

## 7.16.2. Incidences et mesures en phase travaux

La présence des engins de chantier, des dépôts de matériaux et des déchets de chantier vont modifier la perception paysagère du site dont l'aspect sera momentanément altéré. Les impacts visuels sont liés à l'artificialisation du site durant la période de chantier (artificialisation de site, présence d'engins, panneautage...) et toucheront essentiellement les habitants riverains du projet, ainsi que les usagers de la RD137 et des routes communales affectées par le projet.

Enjeu \ Incidence	Incidence faible	Direct		Temporaire		Court/Moyen/Long terme	
		Indirect		Permanent			
Enjeu moyen	Impact faible						

Ces nuisances paysagères seront limitées par des mesures identifiées :

- Le maintien en état de propreté du chantier et de ses abords,
- La mise en place d'une signalétique claire et précise permettant d'assurer une information sur le chantier (description, objectifs...),
- L'évacuation rapide des matériaux excédentaires, des déchets, ...
- La végétalisation progressive (enherbement) des talus de remblai, de façon à dissimuler les volumes de terre nue apportée.

Un soin particulier sera apporté à la localisation des bases de vie et des lieux de stockage afin de diminuer les nuisances qui pourraient être occasionnées. Les engins de chantier seront correctement garés.

## 7.16.3. Incidences et mesures en phase exploitation

Les enjeux d'insertion de la future déviation résident principalement dans l'implantation en profil en long de la route par rapport au terrain naturel. En effet les déblais et surtout les remblais dans un tel site au relief peu prononcé ont des impacts assez importants dans la modification des points de vue et des perspectives depuis les sites riverains ou depuis les voies de communications.

Enjeu \ Incidence	Incidence forte	Direct		Temporaire		Court/Moyen/Long terme	
		Indirect		Permanent			
Enjeu fort	Impact fort						

Les mesures de réduction en faveur du paysage pour réduire les impacts consistent à réaliser les actions suivantes :

- Optimiser les terrassements pour réduire les mouvements artificiels des talus aux pentes trop accentuées,
- Récréer des haies en compensation de celles détruites par le projet et les connecter avec le réseau existant préservé,
- Retrouver des espaces libres dans les boucles d'échangeurs pour planter des arbres isolés faisant point de repère du tracé,
- Organiser les ouvertures visuelles sur les secteurs bâtis valorisant,
- Habiller les abords des bassins de traitement des eaux de la plateforme routière avec des essences spécifiques (saules, aulnes, frênes...).

### 7.16.3.1. Mesures générales et principes paysagers

Les principes paysagers sont développés ci-dessous selon les grandes orientations par rapport aux situations de la voie soit en déblai ou en remblai et par rapport aux vues depuis les sites riverains et les voies de communications transversales. De plus, les propositions visent un aménagement simple et facile d'entretien avec des essences issues de la palette locale et avec des tailles de végétaux adaptés au substrat afin de garantir une reprise et une maintenance allégée. Ces principes paysagers seront le garant d'une réussite au travers d'un aménagement « frugal ».

### Les sections de voie en déblai

En déblai, la route ne sera pas ou très peu perçue depuis les sites riverains et par conséquent, son insertion ne se lira que par rapport à l'utilisateur de la route. Les talus de déblais seront donc les lieux de la création d'un nouveau paysage dédié à l'automobiliste. Ainsi pour les sections de voies en déblais, les principes paysagers reposent sur la création d'une prairie rustique accompagnée par endroit de plantation de haies ou de quelques bosquets en continuité de ceux qui seront situés à proximité immédiate des terrassements. Ces principes associent les aménagements paysagers tout en favorisant le maintien de la biodiversité (zone de refuge pour la petite faune).

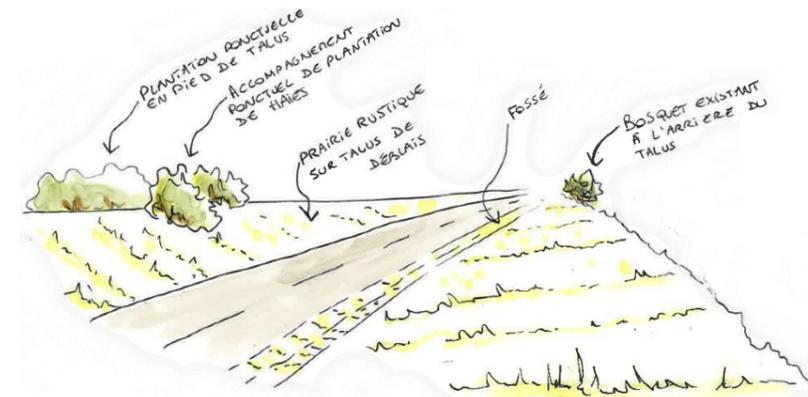


Figure 202 : Principes paysagers en déblai – Les Ateliers UP+, SCE, 2023

### Les sections de voie en remblai

Les secteurs de voie en remblai seront bien visibles dans l'environnement au relief moindre. En section courante, les talus seront habillés à leur pied par des bosquets qui seront répartis de façon aléatoire sur une faible longueur. L'objectif est de créer des événements ponctuels dans le paysage lointain et de minimiser l'effet de coupure visuelle que donneront ces terrassements nouveaux dans le paysage de plaine peu mouvementée de la campagne environnante. Il conviendra de laisser des vues sur le paysage agricole afin de mettre en scène le paysage rural identitaire. Des arbres de haut jet pourront encadrer ces vues afin de créer un effet de fenêtre.

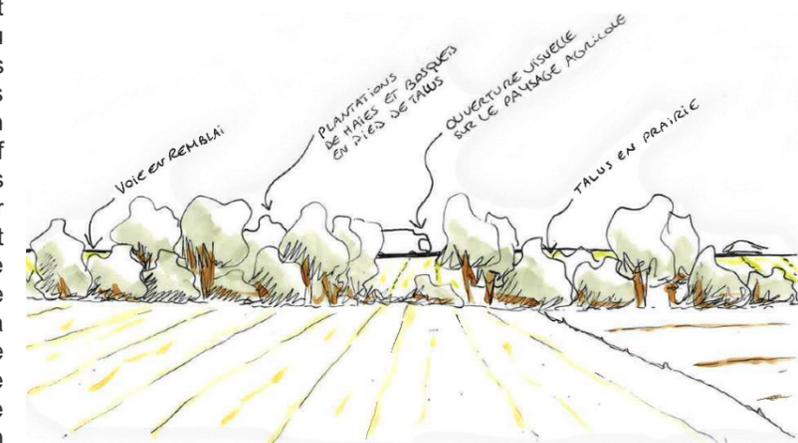


Figure 203 : Principes paysagers en remblai – Les Ateliers UP+, SCE, 2023

### Les abords de passages supérieurs

Les abords des voies qui franchiront la nouvelle infrastructure de contournement seront aménagés avec quelques plantations d'arbres isolés implantés de et d'autre du passage supérieur. Les arbres seront distribués par bouquets ou « poquets » pour reprendre un vocabulaire horticole c'est-à-dire par groupe de 5 à 7 sujets d'essences variées. Ces plantations joueront un rôle d'élément signal dans le grand paysage.



part

Figure 204 : Principes paysagers des passages supérieurs – Les Ateliers UP+, SCE, 2023

### Les abords de passages inférieurs

Les abords des passages inférieurs seront habillés de façon très sommaire pour ne pas alourdir ces ouvrages qui seront de taille la plus réduite possible dans ses ouvertures et traité avec une sobriété architecturale pour les intégrer au plus près du site existant. Quelques arbres en cépées seront plantés en pied de talus pour habiller les parties les plus hautes des remblais vus par les usagers des voies en passage inférieurs.



Figure 205 : Schémas de principe passages inférieurs et supérieurs – Les Ateliers up +, SCE

### Les giratoires

Les abords des giratoires seront traités de façon très sobre. Le centre du giratoire sera modelé avec un léger bombé pour créer un écran visuel afin que l'automobiliste appréhende le carrefour. Des plantations de massifs arbustifs ou couvre sol apporteront un volume complémentaire et limiteront les interventions sur ce secteur peu accessible.

Les essences rustiques et le paillage prévu au pied des plantations assureront une couverture à court terme tout en limitant l'entretien au minimum (2 à 3 interventions par an pour les 2 premières années et 1 seule intervention dans les années ultérieures).

Les accotements des giratoires seront simplement engazonnés avec une prairie rustique composée de graminées et de quelques graines de fleurs annuelles ou vivaces issues des graminée et fleurs locales.



Figure 206 : Principes paysagers d'un giratoire – Les Ateliers UP+, SCE, 2023

### Insertion des voies de désenclavement

Le long du nouveau parcours, les voies de désenclavement ou les chemins ruraux existant implantés en parallèle à la nouvelle voie seront séparées par une haie. Soit celle-ci est existante et sera préservée dans les travaux. Soit elle sera à réaliser si aucune forme de végétation existe sur le site. Ceci permettra de ne pas perturber la lecture du tracé et évitera les phénomènes d'éblouissement de nuit.

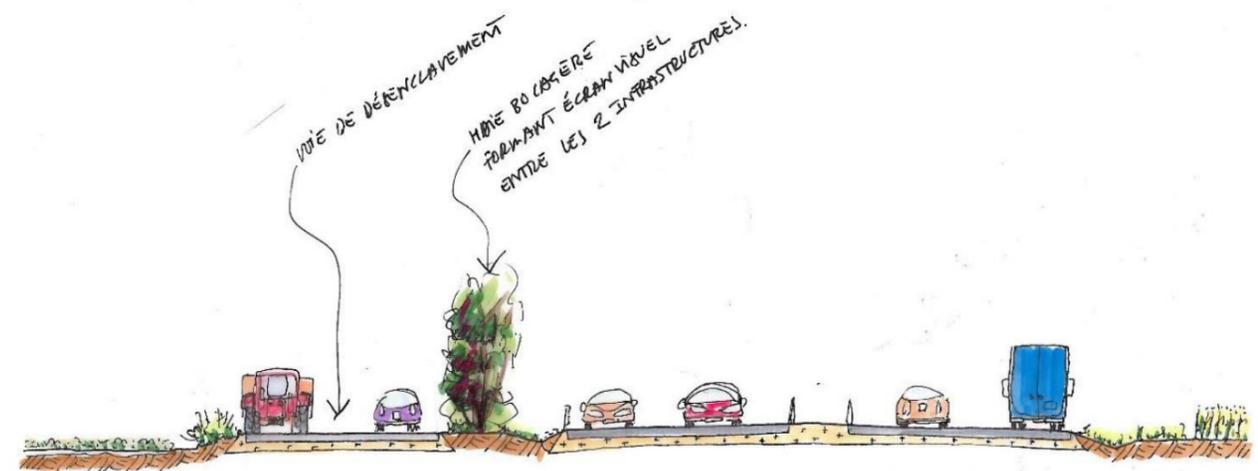


Figure 207 : Croquis de principe des aménagements paysagers entre la départementale et une voie de désenclavement – Les Ateliers up +, SCE

### Au niveau des échangeurs

Les espaces paysagers des échangeurs ne seront pas modifiés de façon significative. Seules les bretelles d'accès et de sorties seront reprises dans leur géométrie. En conséquence les aménagements paysagers reprendront les massifs ou les alignements d'arbres qui ont été réalisés lors de la création de la déviation.

### Insertion des ouvrages hydrauliques

Sur les abords des bassins de traitement des eaux de plateforme il est proposé de réaliser des haies de plantes hygrophiles telles que les saules marsaults, les saules osiers, les saules cendrés ou encore les aulnes glutineux.

Ces haies seront implantées entre la berme de terrassement du bassin et le chemin d'entretien. Dans le bassin à proprement parler, il est proposé de laisser la végétation spontanée prendre place. Ces plantes seront fauchées deux fois l'an au maximum et les produits de la fauche seront exportés hors des bassins afin de maintenir les capacités de stockage des ouvrages.

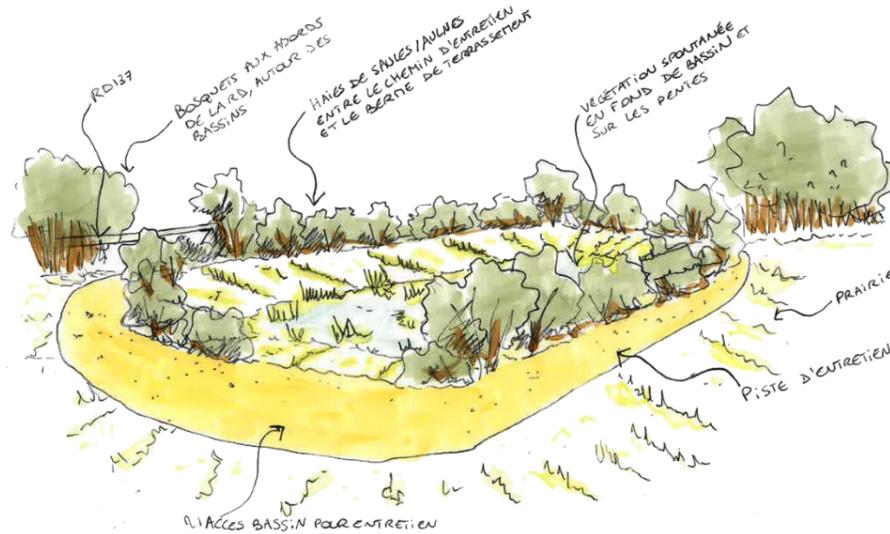


Figure 208 : Principes paysagers aux abords des bassins – Les Ateliers UP+, SCE, 2023

### Protection acoustique

Aux abords immédiats des habitations, il sera nécessaire d'intégrer des protections acoustiques. Les merlons de terre devront être accompagnés de plantations en pied côté riverains, afin de réduire leur présence visuelle. Les extrémités des merlons seront avec des pentes adoucies pour ne pas apparaître artificiels.

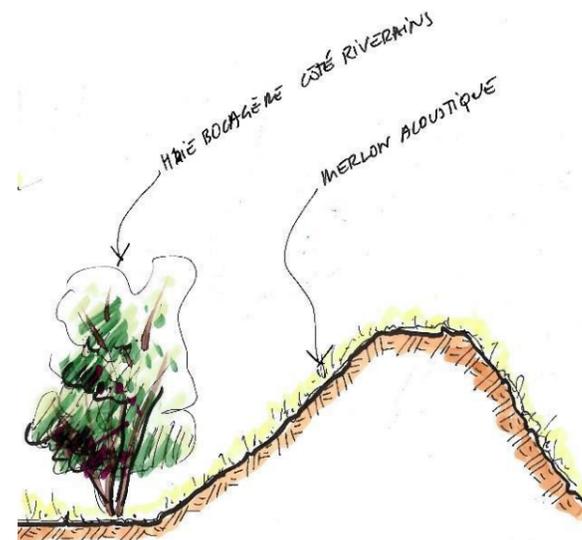


Figure 209 : Principes paysagers sur les protections acoustiques – Les Ateliers UP+, SCE, 2019

### Palette végétale

La palette végétale vise un aménagement simple et facile d'entretien avec des essences issues de la palette locale et avec des tailles de végétaux adaptés au substrat afin de garantir une reprise et une maintenance allégée.

#### Arbres

<i>Quercus petraea</i>	Chêne sessile
<i>Quercus pubescens</i>	Chêne pubescent
<i>Acer campestre</i>	Erable champêtre
<i>Malus sylvestris</i>	Pommier sauvage
<i>Carpinus betulus</i>	Charme commun
<i>Prunus avium</i>	Mérisier
<i>Sorbus domestica</i>	Cormier
<i>Sorbus torminalis</i>	Alisier torminal

#### Arbustes

<i>Cornus mas</i>	Cornouiller mâle
<i>Euonymus europaeus</i>	Fusain d'Europe
<i>Mespilus germanica</i>	Néflier
<i>Corylus avellana</i>	Noisetier
<i>Ilex aquifolium</i>	Houx
<i>Prunus spinosa</i>	Prunellier
<i>Rosa canina</i>	Rosier églantier
<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir
<i>Viburnum lantana</i>	Viorne lantane

- Insertion paysagère du projet



Figure 210 : Vue plongeante au sud du bourg de Sainte-Gemme-la-plaine (zone d'activité) – insertion du projet de contournement



Figure 212 : Vue plongeante à l'est du bourg de Saint-Jean-de-Beugné - insertion du projet de contournement



Figure 211 : Vue plongeante à l'est du bourg de Sainte-Gemme-la-plaine – insertion du projet de contournement



Figure 213 : Vue plongeante au nord-est du bourg de Saint-Jean-de-Beugné – insertion du projet de contournement



*Figure 214 : Vue plongeante au nord du bourg de Saint-Jean-de-Beugné, sur le rond-point de l'échangeur de l'A83 – insertion du projet de contournement*

## 7.17. Incidences du projet sur la santé

### 7.17.1. Pollution atmosphérique et santé

#### 7.17.1.1. Exposition de la population

##### Calcul de l'IPP

Afin d'évaluer l'évolution de l'exposition de la population à la pollution, l'Indice Pollution Population (IPP) est utilisé, tel qu'indiqué par le guide méthodologique du 22 février 2019 sur le volet « air et santé » des études d'impact routières. Il s'agit d'un indicateur qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique due au projet.

L'IPP est le résultat entre le croisement des concentrations en polluant et des populations potentiellement exposées dans la zone d'étude air. Il permet la comparaison entre les différents scénarios.

**Il convient de préciser que cet indicateur, de par sa construction, s'utilise comme une aide à la comparaison de situation. Il n'est en aucun cas le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique.**

Le polluant traceur retenu pour le calcul de l'IPP est le **dioxyde d'azote**, conformément au guide méthodologique du 22 février 2019.

Afin d'évaluer la population potentiellement exposée dans la zone d'étude, une approche au bâtiment a été retenue. Ainsi à partir des données de population INSEE 2017 carroyées 200 mètres et de la BD Topo® (fournissant le type des bâtiments, la hauteur et leur implantation), le nombre d'habitants pour chaque bâtiment a été estimé. Puis à chaque maille de la zone d'étude (choisie à 20 mètres) ont été affectées la concentration en dioxyde d'azote moyennée, et la population correspondante (somme des populations des bâtiments de la maille). Le calcul de l'IPP est ensuite effectué à la maille en croisant la valeur de population et la concentration.

$$IPP_{\text{maille}} = \text{Population}_{\text{maille}} \times \text{Concentration}_{\text{maille}}$$

Les IPP par maille les plus forts correspondent donc :

- ▶ Aux zones les plus peuplées ;
- ▶ Ou aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées ;
- ▶ Ou aux deux.

L'IPP global correspond à la somme des IPP calculés pour chaque maille. Le tableau suivant présente les valeurs d'IPP obtenues pour chaque scénario.

**Tableau 43 : Valeurs de l'IPP global**

	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
IPP global	7 359	6 427	6 231	6 131
Evolution par rapport à l'état futur sans projet		-12%		-1%

La comparaison de l'IPP entre les états futurs avec et sans projet permet de montrer qu'à l'échelle de la zone d'étude, le projet permet une diminution de l'IPP global. Cette diminution est corrélée à la diminution des concentrations dans les secteurs de la zone d'étude où le nombre d'habitants est le plus élevé (les centres de Saint-Jean-Beugné et Sainte-Gemme-La-Plaine). Cependant en 2045, l'évolution relative entre les deux scénarios avec et sans projet ne dépasse pas -1%, car les différences de concentration en NO2 entre les deux scénarios sont faibles.

### Comparaison aux seuils réglementaires

Le tableau suivant permet la comparaison des concentrations modélisées au droit des futurs bâtiments avec les seuils fixés par la réglementation française.

**Tableau 44 : Concentrations annuelles modélisées au droit des bâtiments les plus exposés**

	Valeurs limites (µg/m³)	Objectifs de qualité (µg/m³)	Concentration au droit des bâtiments les plus exposés (µg/m³)					Niveau de la pollution de fond (µg/m³)
			Etat initial	Sans projet - 2025	Avec projet - 2025	Sans projet - 2045	Avec projet - 2045	
NO2	40	40	10	10	7	7	7	6
PM10	40	30	13	13	13	13	13	13

Les concentrations en moyenne annuelle au droit des bâtiments de la zone d'étude les plus exposés sont inférieures aux valeurs limites fixées par la réglementation. En 2025, la réalisation du projet permet une diminution de la concentration au droit des bâtiments les plus exposés. En 2045, le projet est sans incidence sur les concentrations au niveau des bâtiments les plus exposés.

### Comparaison aux seuils recommandés par l'OMS

L'Organisation Mondiale pour la Santé émet des recommandations sur les niveaux d'exposition (concentrations et durées) au-dessous desquels il n'a pas été observé d'effets nuisibles sur la santé humaine ou sur la végétation.

Les lignes directrices de l'Organisation Mondiale pour la Santé relatives à la qualité de l'air sont destinées à être utilisées partout dans le monde mais ont été élaborées pour soutenir les actions menées en vue d'atteindre une qualité de l'air permettant de protéger la santé publique dans différents contextes. Les normes relatives à la qualité de l'air sont par ailleurs fixées par chaque pays, afin de protéger la santé publique de ses citoyens, et en tant que telles constituent un élément important de la gestion des risques et des politiques environnementales nationales. Les normes nationales varient en fonction de la stratégie adoptée pour parvenir à un équilibre entre les risques sanitaires, la faisabilité technologique, des considérations économiques et divers autres facteurs politiques et sociaux qui, à leur tour, vont dépendre, entre autres choses, du degré de développement et de la capacité nationale en matière de gestion de la qualité de l'air.

Les valeurs indicatives recommandées par l'OMS tiennent compte de cette hétérogénéité et reconnaissent notamment que, lorsqu'ils mettent au point des cibles stratégiques, les gouvernements doivent étudier soigneusement leur propre situation locale, avant d'adopter directement les lignes directrices en tant que normes juridiquement fondées.

Les lignes directrices 2021 pour le dioxyde d'azote et les particules en moyenne annuelle, sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 45 : Valeurs guides de l'OMS**

Polluant	Durée retenue	Niveaux recommandés 2021
Dioxyde d'azote	Moyenne annuelle	10 µg/m³
Particules PM10	Moyenne annuelle	15 µg/m³

Les concentrations modélisées en moyenne annuelle au droit des bâtiments les plus exposés (cf. Tableau 26), sont inférieures aux valeurs recommandées par l'OMS.

### 7.17.1.2. Evaluation des Risques Sanitaires au droit des établissements vulnérables

Comme précisé au paragraphe 13 Analyse des méthodes utilisées page 389, l'étude air et santé est de niveau I au droit des établissements vulnérables.

La note technique du 22 février 2019 définit les personnes vulnérables à la pollution atmosphérique. Sont ainsi considérées les populations vulnérables suivantes :

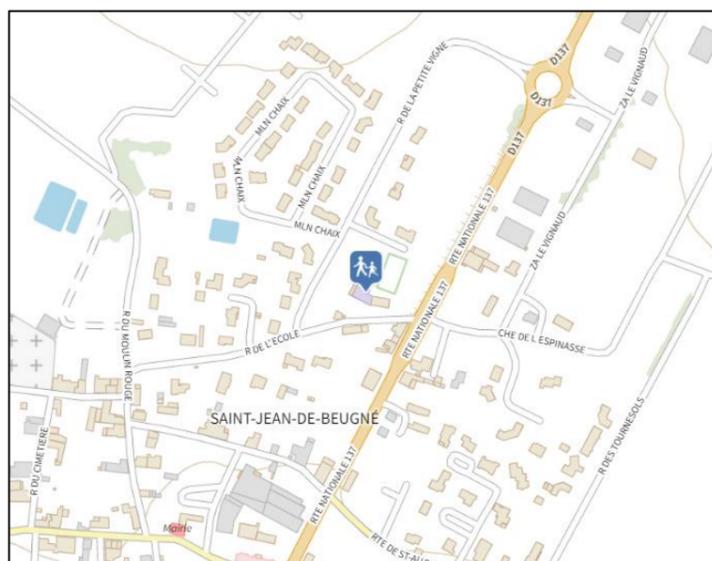
- ▶ Les jeunes enfants ;
- ▶ Les personnes âgées ;
- ▶ Les personnes, adultes ou enfants, présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Le guide précise que pour repérer ces populations, les bâtiments suivants, dont l'activité implique principalement l'accueil de ces populations dites vulnérables doivent être repérés :

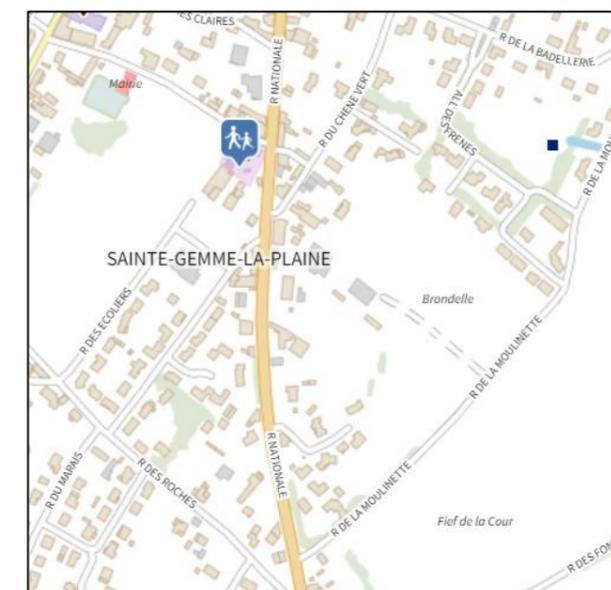
- ▶ Les établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés ;
- ▶ Les établissements accueillant des personnes âgées (EHPAD, résidence autonomie...)
- ▶ Les établissements de santé (cliniques, hôpitaux).

Les vignettes suivantes, localisent les deux établissements vulnérables retenus dans le cadre de l'étude air et santé, puisque localisés dans la zone d'étude (150 mètres de part et d'autre du réseau d'étude).

#### Ecole primaire de Saint-Jean-de-Beugné



#### Ecole primaire publique de Sainte-Gemme-La Plaine



### Présentation de la démarche

La démarche s'articule en 4 parties fondamentales, comme décrit dans le guide de l'InVS<sup>11</sup> (désormais Santé Publique France) et rappelé dans la note technique du 22 février 2019. La démarche s'appuie également sur le guide de l'INERIS mis à jour en septembre 2021 « évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires ». Ainsi sont successivement traitées les étapes suivantes :

- ▶ **Étape 1 - Identification des dangers** : il s'agit d'identifier et de présenter les substances capables de générer un effet sanitaire indésirable, ainsi que décrire cet effet sanitaire ;
- ▶ **Étape 2 - Évaluation de la relation dose-réponse** : cette étape consiste à retenir la valeur toxicologique de référence (VTR) qui permet d'établir un lien entre l'exposition à un polluant et à ses effets sur la santé ;
- ▶ **Étape 3 - Évaluation des expositions** : cette étape permet de juger du niveau de contamination des milieux, de caractériser les populations potentiellement exposées et de quantifier l'exposition de celles-ci ;
- ▶ **Étape 4 - Caractérisation des risques** : cette dernière étape fait la synthèse des étapes précédentes et permet de quantifier le risque encouru pour la ou les population(s) exposées.

### Identification des dangers

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des substances considérées, associées aux voies d'exposition retenues.

#### Polluants retenus

Conformément à la note technique du 22 février 2019 les substances retenues dans le cadre de l'étude sont les suivantes :

- ▶ Dioxyde d'azote (NO2)
- ▶ Particules (PM10 et PM2.5),
- ▶ Benzène,
- ▶ Arsenic,
- ▶ Nickel,
- ▶ Chrome,

<sup>11</sup> Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, mai 2000 - InVS

- ▶ 1,3 butadiène,
- ▶ 16 HAP<sup>12</sup> dont Benzo[a]pyrène.

**Voies d'exposition**

Les voies d'exposition potentiellement étudiées pour ces polluants, sont la voie respiratoire (exposition par inhalation) et la voie orale (exposition par ingestion), en conformité avec la note technique du 22 février 2019 :

- ▶ Exposition par **inhalation**, pour les polluants gazeux et particulaires.
- ▶ Exposition par **ingestion**, pour les polluants particulaires se déposant sur le sol et présentant un caractère toxique par ingestion (HAP).

Conformément au guide méthodologique du 22 février 2019, la voie d'exposition par inhalation est retenue sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude. Dans la bande d'étude de la nouvelle infrastructure il n'est pas identifié de zones à enjeux en termes de risques par ingestion.

Dans le cadre de la présente étude, **la voie par ingestion n'est donc pas retenue.**

**Effets potentiels**

La nature des effets étudiés peut être qualifiée de :

- ▶ Chronique : correspondant à la survenue des effets liés à une exposition prolongée (de plusieurs mois voire de plusieurs années) à de faibles doses. On se réfère alors à des concentrations annuelles.
- ▶ Aigüe : correspondant à la survenue des effets liés à une exposition très courte (de quelques heures à quelques jours) à forte dose. On se réfère alors à des concentrations horaires ou journalières.

Le tableau suivant synthétise pour chaque polluant étudié, les principaux systèmes cibles associés selon la nature des effets, en conformité avec la note technique du 22 février 2019.

**Tableau 46 : Effets potentiels des polluants par inhalation**

Polluant	Voie d'exposition	Toxicité aigüe	Toxicité chronique	Système cible / Effets critiques
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Inhalation	X	X	Système respiratoire
Particules PM10	Inhalation	X	X	Système respiratoire
Particules PM2.5	Inhalation	X	X	Système respiratoire
Benzène	Inhalation		X	Systèmes hématologique et immunitaire
Arsenic	Inhalation		X	Cerveau, système respiratoire
Nickel	Inhalation		X	Système respiratoire
Chrome VI	Inhalation		X	Système respiratoire
1,3 butadiène	Inhalation		X	Ovaires
Benzo(a)pyrène	Inhalation		X	Embryon, système respiratoire
Autres HAPs	Inhalation		X	Les effets toxicologiques de tous les HAPs sont imparfaitement connus. Mais les nombreuses données expérimentales disponibles chez l'animal montrent que les HAPs peuvent induire des effets cancérigènes notamment.

<sup>12</sup> Acénaphène, Acénaphylène, Anthracène, Benzo(a)anthracène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(ghi)pérylène, Chrysène, Dibenz(a,h)anthracène, Fluorène, Fluoranthène, Indéno(1,2,3-cd)pyrène, Phénanthrène, Pyrène, Benzo(j)fluoranthène

**Evaluation des relations dose-réponse**

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour une substance donnée correspondent aux valeurs établissant une relation entre les doses ou les niveaux d'exposition auxquels les personnes peuvent être exposées et l'incidence ou la gravité des effets associés à l'exposition.

Cette étape a pour objectif de recueillir l'ensemble des VTR disponibles dans la littérature et éventuellement de réaliser un choix parmi elles.

Les valeurs toxicologiques de référence sont distinguées en fonction de leur mécanisme d'action :

- ▶ Les substances à **effets à seuil de dose** : les VTR sont les valeurs de concentration en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque.
- ▶ Les substances à **effets sans seuil de dose** : les VTR correspondent à la probabilité, pour un individu, de développer l'effet indésirable (ex : cancer) lié à une exposition égale, en moyenne sur sa durée de vie, à une unité de dose de la substance toxique. Ces probabilités sont exprimées par la plupart des organismes par un **excès de risque unitaire (ERU)**. Un ERU de 10<sup>-5</sup> signifie qu'une personne exposée, en moyenne durant sa vie à une unité de dose, aurait une probabilité supplémentaire de 1/100 000, par rapport au risque de base, de contracter un cancer lié à cette exposition.

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivants, dans l'ordre de priorité suivant : Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

**Exposition chronique**

Les tableaux suivants présentent les relations dose-réponse (Valeurs Toxicologiques de Référence et Valeurs Guides) retenues pour une exposition chronique par inhalation, pour les polluants à effets à seuil et à effets sans seuil.

**VTR pour les polluants à effets à seuil**

**Tableau 47 : VTR retenues pour une exposition chronique – substances à effets à seuil**

Polluant	VTR (µg/m <sup>3</sup> )	Effet critique	Organisme (année)	Commentaire
Benzène	10	-	Anses (2008)	VTR de l'Anses
Arsenic	0,015	Diminution des capacités intellectuelles et des effets néfastes sur le comportement	OEHHA (2008)	VTR retenue par l'INERIS
Nickel	0,23	Lésions pulmonaires	TCEQ (2011)	VTR retenue par l'Anses
Chrome VI	0,03	Effets pulmonaires	OMS (2013)	VTR retenue par l'INERIS
1,3 butadiène	2	Atrophie ovarienne	Anses (2021)	VTR de l'Anses

Polluant	VTR (µg/m³)	Effet critique	Organisme (année)	Commentaire
Benzo[a]pyrène	2.10 <sup>-3</sup>	Augmentation de la mortalité embryonnaire fœtale	US-EPA (2017)	VTR retenue par l'INERIS
Autres HAPs				Pas de VTR disponible

#### VTR pour les polluants à effets sans seuil

**Tableau 48 : VTR retenues pour une exposition chronique – substances à effets sans seuil**

Polluant	VTR (µg/m³) <sup>-1</sup> (ERU)	Organisme (année)
Benzène	2,6.10 <sup>-5</sup>	Anses (2014)
Arsenic	0,00015	TCEQ (2012)
Nickel	0,00017	TCEQ (2011)
Chrome VI	0,004	OMS (2013)
1,3 butadiène	3.10 <sup>-5</sup>	US-EPA (2002)
Benzo[a]pyrène	0,0006	US-EPA (2017)
Acénaphène	6.00E-07	INERIS (2018)
Acénaphylène	6.00E-07	INERIS (2018)
Anthracène	5.60E-06	INERIS (2018)
Benzo(a)anthracène	6.00E-05	INERIS (2018)
Benzo(b)fluoranthène	6.00E-05	INERIS (2018)
Benzo(k)fluoranthène	6.00E-05	INERIS (2018)
Benzo(ghi)pérylène	6.00E-06	INERIS (2018)
Chrysène	6.00E-06	INERIS (2018)
Dibenzo(a,h)anthracène	6.00E-04	INERIS (2018)
Fluorène	6.00E-07	INERIS (2018)
Fluoranthène	6.00E-07	INERIS (2018)
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6.00E-05	INERIS (2018)
Phénanthrène	6.00E-07	INERIS (2018)
Pyrène	6.00E-07	INERIS (2018)

#### Valeurs guides

Pour les particules PM10, PM2.5 et le dioxyde d'azote, il n'existe pas actuellement de VTR. Aussi, conformément aux recommandations de l'Anses, les concentrations des trois polluants sont comparées aux valeurs guide de l'OMS.

**Tableau 49 : Valeurs guides retenues pour une exposition chronique – substances à effets à seuil**

<sup>13</sup> Percentiles P99 : valeur de la concentration telle que 99% des concentrations 24heures sur une année sont inférieures à cette valeur (soit entre 360 et 361 jours par an). Ce qui signifie que cette concentration est dépassée pendant 3-4 jours par an.

Substance	VTR* (µg/m³)	Organisme (année)
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	10	OMS (2021)
Particules PM10	15	OMS (2021)
Particules PM2.5	5	OMS (2021)

\*valeur guide

#### Exposition aiguë

Pour l'exposition aiguë, les trois polluants considérés sont le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2.5, en conformité avec la note technique 22 février 2019.

Comme pour l'exposition chronique, les valeurs guides de l'OMS sont retenues.

**Tableau 50 : Valeurs guides retenues pour une exposition aiguë**

Substance	VTR* (µg/m³)	Organisme (année)
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	25 en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an soit P99 <sup>13</sup> )	OMS (2021)
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	200 en moyenne horaire	OMS (2005)
Particules PM10	45 en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an soit P99)	OMS (2021)
Particules PM2.5	15 en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3-4 jours par an soit P99)	OMS (2021)

\*valeur guide

#### Evaluation de l'exposition des populations vulnérables

##### Définition des niveaux d'exposition

Les niveaux d'exposition sont exprimés pour chaque substance et pour le scénario d'exposition comme des concentrations moyennes inhalées (CI). Ce sont des doses externes ne prenant pas en compte l'absorption par l'organisme.

En exposition chronique, la concentration inhalée est calculée selon la formule suivante :

$$CI = \frac{C_i \times t_i}{T}$$

**Équation 1**

Avec :

- C<sub>i</sub> : concentration moyenne inhalée (en µg/m³)
- C<sub>i</sub> : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant une fraction de temps i (en µg/m³)
- t<sub>i</sub> : durée d'exposition à la concentration C<sub>i</sub> sur la période d'exposition,
- T : durée de la période d'exposition (même unité que t<sub>i</sub>)

L'évaluation pour l'exposition chronique est établie à partir de VTR calculées pour des expositions de plus d'un an. En l'occurrence, les expositions sont quantifiées en utilisant les concentrations modélisées en moyenne sur 1 an (T durée de la période d'exposition = 1 an). La concentration C<sub>i</sub> est la concentration dans l'air des polluants en moyenne annuelle, estimée à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique.

**En exposition aiguë**, la concentration inhalée est la concentration maximale d'exposition sur la durée d'exposition (1h et 24h pour le NO2, 24h pour les particules), estimée à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique.

### Paramètres d'exposition

Dans le cadre de cette étude, les scénarios d'exposition retenus visent les populations vulnérables accueillis dans les établissements scolaires localisés dans la zone d'étude air.

#### Exposition chronique – polluants à effets à seuil

Pour l'exposition chronique, les paramètres d'exposition sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 51 : Paramètres d'exposition – exposition chronique substances à effets à seuil**

Type de bâtiment	Ci	ti	T
Ecole primaire	Concentration annuelle au droit des écoles primaires	6h/jr – 4,5jr/sem – 36sem/an (972 h)	1 an (8 760 h)

#### Exposition chronique – polluants à effets sans seuil

Pour les substances à effets sans seuil, la durée de la période d'exposition T est assimilée à la durée de vie entière, conventionnellement prise à 70 ans. La durée d'exposition est alors le nombre d'années durant lequel la population considérée est exposée.

Le tableau suivant présente les paramètres d'exposition pour une exposition chronique aux substances à effets sans seuil.

**Tableau 52 : Paramètres d'exposition – exposition chronique substances à effets sans seuil**

Type de bâtiment	Ci	ti	T
Ecole primaire	Concentration annuelle au droit des écoles primaires	6h/jr – 4,5jr/sem – 36sem/an pendant 8 ans	70 ans

#### Exposition aiguë – polluants à effets à seuil

Pour l'exposition aiguë, comme précisé précédemment, est retenu comme concentration inhalée, le percentile 99 des concentrations en moyenne journalière pour le NO2 et les particules ainsi que la concentration maximale en moyenne horaire pour le NO2.

**Tableau 53 : Paramètres d'exposition – exposition aiguë**

Type de bâtiment	Ci
Ecole primaire	P99 des concentrations moyennes journalières et concentration horaire maximale (uniquement NO2) au droit des écoles primaires

## Calcul des concentrations moyennes inhalées

### Concentrations modélisées – Exposition chronique

Les concentrations moyennes annuelles modélisées (Ci) au droit des bâtiments retenus dans le cadre de l'étude, sont reportées dans les tableaux suivants.

**Tableau 54 : Concentrations modélisées – exposition chronique**

Concentrations	Unité	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
		Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
NO2	µg/m³	7.1	7.7	6.8	6.6	6.4	6.9	7.2	6.8	6.6	6.4
PM10	µg/m³	13.1	13.1	13.0	13.2	13.0	13.1	13.1	13.0	13.1	13.0
PM2.5	µg/m³	6.5	6.5	6.4	6.5	6.6	6.4	6.5	6.4	6.5	6.6
Benzène	µg/m³	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Arsenic	ng/m³	3.83E-01	3.83E-01	3.81E-01	3.85E-01	3.81E-01	3.82E-01	3.82E-01	3.80E-01	3.83E-01	3.81E-01
Nickel	ng/m³	6.83E-01	6.86E-01	6.65E-01	6.93E-01	6.68E-01	6.73E-01	6.77E-01	6.64E-01	6.80E-01	6.66E-01
Chrome	ng/m³	8.34E-01	8.52E-01	7.58E-01	9.02E-01	7.76E-01	7.94E-01	8.11E-01	7.56E-01	8.40E-01	7.68E-01
1,3 butadiène	µg/m³	6.28E-02	6.80E-02	6.13E-02	6.06E-02	6.02E-02	6.16E-02	6.42E-02	6.11E-02	6.03E-02	6.01E-02
Benzo[a]pyrène	ng/m³	9.14E-02	9.16E-02	8.87E-02	9.10E-02	8.88E-02	8.99E-02	9.03E-02	8.85E-02	8.98E-02	8.85E-02
Acénaphthène	ng/m³	5.22E-02	5.48E-02	1.07E-02	4.02E-02	1.01E-02	2.98E-02	3.60E-02	8.22E-03	2.54E-02	7.33E-03
Acénaphthylène	ng/m³	4.10E-02	4.32E-02	8.47E-03	3.23E-02	8.13E-03	2.34E-02	2.83E-02	6.48E-03	2.04E-02	5.88E-03
Anthracène	ng/m³	7.36E-03	8.07E-06	1.58E-06	8.49E-06	2.14E-06	4.21E-03	4.66E-06	1.21E-06	4.56E-06	1.55E-06
Benzo(a)anthracène	ng/m³	5.79E-03	6.16E-03	1.21E-03	5.26E-03	1.32E-03	3.31E-03	3.86E-03	9.23E-04	3.10E-03	9.58E-04
Benzo(b)fluoranthène	ng/m³	5.32E-03	5.82E-03	1.14E-03	5.93E-03	1.49E-03	3.04E-03	3.42E-03	8.73E-04	3.24E-03	1.08E-03
Benzo(k)fluoranthène	ng/m³	4.88E-03	5.41E-03	1.06E-03	5.83E-03	1.47E-03	2.79E-03	3.10E-03	8.11E-04	3.12E-03	1.06E-03
Benzo(ghi)peryène	ng/m³	5.99E-03	6.26E-03	1.23E-03	4.85E-03	1.22E-03	3.42E-03	4.05E-03	9.40E-04	2.99E-03	8.83E-04
Chrysène	ng/m³	8.43E-02	8.58E-02	7.31E-02	8.65E-02	7.42E-02	7.82E-02	7.92E-02	7.24E-02	7.89E-02	7.30E-02
Dibenzo(a,h)anthracène	ng/m³	7.73E-04	8.27E-04	1.62E-04	7.15E-04	1.80E-04	4.42E-04	5.18E-04	1.24E-04	4.20E-04	1.30E-04
Fluorène	ng/m³	1.55E-02	1.84E-02	3.61E-03	2.55E-02	6.42E-03	8.89E-03	9.11E-03	2.75E-03	1.24E-02	4.65E-03
Fluoranthène	ng/m³	1.34E-01	1.37E-01	9.12E-02	1.29E-01	9.23E-02	1.11E-01	1.16E-01	8.86E-02	1.09E-01	8.89E-02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	ng/m³	3.19E-03	3.37E-03	6.60E-04	2.88E-03	7.25E-04	1.82E-03	2.11E-03	5.05E-04	1.69E-03	5.25E-04
Phénanthrène	ng/m³	1.30E-01	1.35E-01	5.07E-02	1.15E-01	5.14E-02	8.70E-02	9.75E-02	4.58E-02	8.16E-02	4.55E-02
Pyrène	ng/m³	1.23E-01	1.27E-01	8.13E-02	1.22E-01	8.31E-02	1.00E-01	1.05E-01	7.86E-02	9.99E-02	7.95E-02
Benzo(j)fluoranthène	ng/m³	5.48E-03	6.41E-03	1.26E-03	8.63E-03	2.17E-03	3.13E-03	3.25E-03	9.62E-04	4.24E-03	1.57E-03

### Concentrations modélisées – Exposition aiguë

**Tableau 55 : Concentrations modélisées – exposition aiguë**

Concentrations en µg/m³	Unité	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
		Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
NO2 (1h)	µg/m³	20.2	30.7	14.4	12.3	9.6	16.9	24.4	12.8	11.1	9.2
NO2 (P99-24h)	µg/m³	9.6	12.2	8.3	7.8	7.3	8.5	10.0	8.0	7.5	7.3
PM10 (P99-24h)	µg/m³	13.4	13.5	13.1	13.6	13.1	13.3	13.3	13.1	13.4	13.1
PM2.5 (P99-24h)	µg/m³	6.7	6.7	6.5	6.7	6.5	6.6	6.6	6.4	6.6	6.5

### Concentrations moyennes inhalées – Exposition chronique – Polluants à effets à seuil

Les concentrations inhalées par la population selon les paramètres d'exposition présentés dans le Tableau 50, relatifs aux polluants à effets à seuil, sont calculées selon l'Équation 1. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

**Tableau 56 : Concentrations moyennes annuelles inhalées – exposition chronique – polluants à effets à seuil**

Concentrations en µg/m³	Unité	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
		Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
NO2	µg/m³	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2
PM10	µg/m³	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
PM2.5	µg/m³	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Benzène	µg/m³	2.04E-01	2.04E-01	2.04E-01	2.04E-01	2.04E-01	2.03E-01	2.04E-01	2.04E-01	2.04E-01	2.04E-01
Arsenic	ng/m³	7.08E-02	7.09E-02	7.04E-02	7.12E-02	7.05E-02	7.06E-02	7.07E-02	7.04E-02	7.08E-02	7.04E-02
Nickel	ng/m³	1.26E-01	1.27E-01	1.23E-01	1.28E-01	1.23E-01	1.25E-01	1.25E-01	1.23E-01	1.26E-01	1.23E-01
Chrome	ng/m³	1.54E-01	1.57E-01	1.40E-01	1.67E-01	1.44E-01	1.47E-01	1.50E-01	1.40E-01	1.55E-01	1.42E-01
1,3 butadiène	µg/m³	1.16E-02	1.26E-02	1.13E-02	1.12E-02	1.11E-02	1.14E-02	1.19E-02	1.13E-02	1.12E-02	1.11E-02
Benzo(a)pyrène	ng/m³	1.69E-02	1.69E-02	1.64E-02	1.68E-02	1.64E-02	1.66E-02	1.67E-02	1.64E-02	1.66E-02	1.64E-02
Acénaphène	ng/m³	9.66E-03	1.01E-02	1.99E-03	7.44E-03	1.87E-03	5.52E-03	6.65E-03	1.52E-03	4.70E-03	1.36E-03
Acénaphylène	ng/m³	7.59E-03	7.99E-03	1.57E-03	5.97E-03	1.50E-03	4.34E-03	5.24E-03	1.20E-03	3.77E-03	1.09E-03
Anthracène	ng/m³	1.36E-03	1.49E-06	2.93E-07	1.57E-06	3.96E-07	7.78E-04	8.61E-07	2.24E-07	8.43E-07	2.86E-07
Benzo(a)anthracène	ng/m³	1.07E-03	1.14E-03	2.23E-04	9.72E-04	2.45E-04	6.12E-04	7.15E-04	1.71E-04	5.73E-04	1.77E-04
Benzo(b)fluoranthène	ng/m³	9.84E-04	1.08E-03	2.11E-04	1.10E-03	2.76E-04	5.62E-04	6.32E-04	1.61E-04	5.99E-04	2.00E-04
Benzo(k)fluoranthène	ng/m³	9.03E-04	1.00E-03	1.96E-04	1.08E-03	2.71E-04	5.16E-04	5.74E-04	1.50E-04	5.76E-04	1.96E-04
Benzo(ghi)peryène	ng/m³	1.11E-03	1.16E-03	2.27E-04	8.97E-04	2.26E-04	6.33E-04	7.50E-04	1.74E-04	5.53E-04	1.63E-04
Chrysène	ng/m³	1.56E-02	1.59E-02	1.35E-02	1.60E-02	1.37E-02	1.45E-02	1.46E-02	1.34E-02	1.46E-02	1.35E-02
Dibenzo(a,h)anthracène	ng/m³	1.43E-04	1.53E-04	3.00E-05	1.32E-04	3.33E-05	8.17E-05	9.57E-05	2.29E-05	7.76E-05	2.41E-05
Fluorène	ng/m³	2.88E-03	3.40E-03	6.67E-04	4.71E-03	1.19E-03	1.64E-03	1.69E-03	5.09E-04	2.29E-03	8.59E-04
Fluoranthène	ng/m³	2.47E-02	2.54E-02	1.69E-02	2.38E-02	1.71E-02	2.05E-02	2.14E-02	1.64E-02	2.01E-02	1.64E-02
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	ng/m³	5.89E-04	6.23E-04	1.22E-04	5.32E-04	1.34E-04	3.37E-04	3.90E-04	9.34E-05	3.12E-04	9.70E-05
Phénanthrène	ng/m³	2.40E-02	2.50E-02	9.37E-03	2.13E-02	9.51E-03	1.61E-02	1.80E-02	8.47E-03	1.51E-02	8.42E-03
Pyrène	ng/m³	2.28E-02	2.36E-02	1.50E-02	2.26E-02	1.54E-02	1.86E-02	1.95E-02	1.45E-02	1.85E-02	1.47E-02
Benzo(j)fluoranthène	ng/m³	1.01E-03	1.19E-03	2.33E-04	1.60E-03	4.02E-04	5.79E-04	6.00E-04	1.78E-04	7.84E-04	2.91E-04

### Concentrations moyennes inhalées – Exposition chronique – Polluants à effets sans seuil

Pour les polluants à effets sans seuil, les concentrations inhalées sont calculées selon les paramètres d'exposition présentés dans le Tableau 51, à partir de l'Équation 1. Les résultats sont présentés dans les tableaux à suivre.

**Tableau 57 : Concentrations moyennes annuelles inhalées – exposition chronique – polluants à effets sans seuil**

Concentrations en µg/m³	Unité	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
		Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
PM2.5	µg/m³	8.21E-02	8.23E-02	8.13E-02	8.23E-02	8.32E-02	8.17E-02	8.18E-02	8.13E-02	8.19E-02	8.35E-02
Benzène	ng/m³	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02	1.39E-02	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02	1.40E-02
Arsenic	ng/m³	4.85E-03	4.86E-03	4.83E-03	4.88E-03	4.83E-03	4.84E-03	4.84E-03	4.82E-03	4.86E-03	4.83E-03
Nickel	ng/m³	8.67E-03	8.70E-03	8.43E-03	8.78E-03	8.47E-03	8.54E-03	8.58E-03	8.42E-03	8.62E-03	8.44E-03
Chrome	ng/m³	1.06E-02	1.08E-02	9.62E-03	1.14E-02	9.84E-03	1.01E-02	1.03E-02	9.58E-03	1.07E-02	9.74E-03
1,3 butadiène	µg/m³	7.96E-04	8.62E-04	7.77E-04	7.68E-04	7.63E-04	7.81E-04	8.14E-04	7.75E-04	7.65E-04	7.62E-04
Benzo(a)pyrène	ng/m³	1.16E-03	1.16E-03	1.12E-03	1.15E-03	1.13E-03	1.14E-03	1.14E-03	1.12E-03	1.14E-03	1.12E-03
Acénaphène	ng/m³	6.62E-04	6.95E-04	1.36E-04	5.10E-04	1.29E-04	3.78E-04	4.56E-04	1.04E-04	3.22E-04	9.30E-05
Acénaphylène	ng/m³	5.20E-04	5.48E-04	1.07E-04	4.09E-04	1.03E-04	2.97E-04	3.59E-04	8.21E-05	2.58E-04	7.46E-05
Anthracène	ng/m³	9.34E-05	1.02E-07	2.01E-08	1.08E-07	2.71E-08	5.34E-05	5.91E-08	1.53E-08	5.78E-08	1.96E-08
Benzo(a)anthracène	ng/m³	7.35E-05	7.81E-05	1.53E-05	6.67E-05	1.68E-05	4.20E-05	4.90E-05	1.17E-05	3.93E-05	1.22E-05
Benzo(b)fluoranthène	ng/m³	6.75E-05	7.38E-05	1.45E-05	7.52E-05	1.89E-05	3.86E-05	4.34E-05	1.11E-05	4.11E-05	1.37E-05
Benzo(k)fluoranthène	ng/m³	6.19E-05	6.86E-05	1.34E-05	7.39E-05	1.86E-05	3.54E-05	3.93E-05	1.03E-05	3.95E-05	1.35E-05
Benzo(ghi)peryène	ng/m³	7.60E-05	7.94E-05	1.56E-05	6.15E-05	1.55E-05	4.34E-05	5.14E-05	1.19E-05	3.79E-05	1.12E-05
Chrysène	ng/m³	1.07E-03	1.09E-03	9.27E-04	1.10E-03	9.41E-04	9.91E-04	1.00E-03	9.18E-04	1.00E-03	9.26E-04
Dibenzo(a,h)anthracène	ng/m³	9.81E-06	1.05E-05	2.06E-06	9.06E-06	2.28E-06	5.60E-06	6.56E-06	1.57E-06	5.32E-06	1.65E-06
Fluorène	ng/m³	1.97E-04	2.33E-04	4.57E-05	3.23E-04	8.15E-05	1.13E-04	1.16E-04	3.49E-05	1.57E-04	5.89E-05
Fluoranthène	ng/m³	1.69E-03	1.74E-03	1.16E-03	1.63E-03	1.17E-03	1.40E-03	1.47E-03	1.12E-03	1.38E-03	1.13E-03
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	ng/m³	4.04E-05	4.27E-05	8.37E-06	3.65E-05	9.20E-06	2.31E-05	2.67E-05	6.40E-06	2.14E-05	6.65E-06
Phénanthrène	ng/m³	1.65E-03	1.72E-03	6.43E-04	1.46E-03	6.52E-04	1.10E-03	1.24E-03	5.81E-04	1.03E-03	5.77E-04
Pyrène	ng/m³	1.56E-03	1.62E-03	1.03E-03	1.55E-03	1.05E-03	1.27E-03	1.34E-03	9.97E-04	1.27E-03	1.01E-03

### Concentrations moyennes inhalées – Exposition aiguë

Pour l'exposition aiguë, les concentrations inhalées sont égales aux concentrations modélisées (CI=Ci), aussi les valeurs des concentrations inhalées sont identiques à celles présentées dans le Tableau 54.

### Caractérisation des risques

L'évaluation quantitative des risques sanitaires aboutit au calcul d'indicateurs de risque exprimant quantitativement les risques potentiels encourus par les populations du fait de la contamination des milieux d'exposition :

- ▶ Quotient de danger (QD) pour les effets à seuil,
- ▶ Excès de risque individuel (ERI) pour les effets sans seuil.

### Exposition chronique – polluants à effets à seuil

Pour les polluants à effets à seuil de dose, le dépassement de la VTR sélectionnée suite à l'exposition considérée, peut entraîner l'apparition de l'effet critique associé à la VTR. Ceci peut être quantifié en faisant le rapport entre la dose d'exposition (concentration moyenne inhalée) et la VTR associée :

$$QD = \frac{CI}{VTR}$$

Équation 2

Avec :

- VTR : valeur toxicologique de référence, à seuil pour la voie et la durée d'exposition correspondant au scénario considéré.

Si le QD est inférieur à 1, alors l'exposition considérée ne devrait pas entraîner l'effet toxique associé à la VTR. Un QD supérieur ou égal à 1 signifie que les personnes exposées peuvent développer l'effet sanitaire indésirable associé à la VTR.

### Dioxyde d'azote et particules

Pour le dioxyde d'azote et les particules qui ne disposent pas de VTR, mais d'une Valeur Guide (VG) pour la protection de la santé, les teneurs moyennes annuelles inhalées calculées et présentées dans le Tableau 55 sont comparées aux valeurs guides pour la protection de la santé proposée par l'OMS (tableau ci-dessous).

**Tableau 58 : Concentrations inhalées pour le dioxyde d'azote et les particules comparées aux valeurs guides de l'OMS**

Concentrations en µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
		Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
NO2	10	1.3	1.4	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2
PM10	15	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
PM2.5	5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

Pour les trois polluants, les concentrations inhalées au droit des écoles sont inférieures aux valeurs recommandées par l'OMS.

Les valeurs aux différents horizons ne montrent pas de différence significative entre le scénario avec projet et le scénario sans projet.

Aussi la réalisation du projet n'a pas d'incidences sur la caractérisation du risque, dû à l'exposition chronique aux dioxyde d'azote et particules.

### Autres polluants – quotient de danger

Pour les autres polluants disposant de VTR pour les effets à seuil, le quotient de danger est calculé à partir des concentrations inhalées moyennes calculées, présentées dans le Tableau 55 et des VTR retenues (Tableau 46).

Les résultats des calculs des quotients de danger sont donnés dans les tableaux suivants.

L'analyse des résultats montre qu'aucun quotient de danger ne dépasse la valeur de 1, quel que soit l'horizon d'étude. Ceux-ci sont très inférieurs à 1.

La réalisation du projet ne crée pas de risque sanitaire en exposition chronique pour ces polluants.

**Tableau 59 : Quotient de danger – écoles primaires**

QD	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
Benzène	2.04E-02	2.04E-02	2.04E-02	2.04E-02	2.04E-02	2.03E-02	2.04E-02	2.04E-02	2.04E-02	2.04E-02
Arsenic	4.72E-03	4.72E-03	4.69E-03	4.74E-03	4.70E-03	4.70E-03	4.71E-03	4.69E-03	4.72E-03	4.69E-03
Nickel	5.50E-04	5.52E-04	5.34E-04	5.57E-04	5.37E-04	5.42E-04	5.44E-04	5.34E-04	5.47E-04	5.35E-04
Chrome	5.14E-03	5.25E-03	4.68E-03	5.56E-03	4.78E-03	4.90E-03	5.00E-03	4.66E-03	5.18E-03	4.73E-03
1,3 butadiène	5.81E-03	6.29E-03	5.67E-03	5.60E-03	5.56E-03	5.70E-03	5.93E-03	5.65E-03	5.58E-03	5.56E-03
Benzo[a]pyrène	8.45E-03	8.47E-03	8.20E-03	8.42E-03	8.21E-03	8.31E-03	8.35E-03	8.19E-03	8.31E-03	8.19E-03

### Exposition chronique – polluants à effets sans seuil

Pour les effets sans seuil de dose, on calcule un « excès de risque individuel » (ERI) de développer l'effet associé à la VTR (appelée aussi ERU : excès de risque unitaire). L'ERI représente, pour les individus exposés, la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste (un cancer) induit par l'exposition à la substance considérée durant la vie entière.

$$ERI = \frac{CI \times T}{T_m} \times ERU$$

Equation 3

- ERU : excès de risque unitaire correspondant au scénario considéré ;
- CI : concentration moyenne inhalée (en µg/m<sup>3</sup>) ;
- T : durée de la période d'exposition (en années) ;
- T<sub>m</sub> : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (en années). Pour les substances à effets sans seuil de dose, l'exposition est rapportée à la durée de vie, conventionnellement prise à 70 ans.

Il n'existe pas un niveau d'excès de risque individuel qui permette d'écarter les risques pour les populations exposées.

Pour sa part, l'OMS utilise un seuil de 10<sup>-5</sup> (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les Valeurs Guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) (OMS, 2017).

La circulaire du 09 août 2013 du ministère chargé de l'environnement, relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, propose également un critère d'acceptabilité de 10<sup>-5</sup>.

**Aussi dans le cadre de l'étude, le critère d'acceptabilité de 10<sup>-5</sup> est retenu.**

L'excès de risque individuel est calculé à partir des concentrations inhalées calculées et données dans le Tableau 56 et des VTR (ERU) données au Tableau 47.

Les résultats des calculs d'excès de risque individuel sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau 60 : Excès de Risque Individuel**

ERI	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
Benzène	3.64E-07	3.64E-07	3.64E-07	3.64E-07	3.64E-07	3.63E-07	3.63E-07	3.64E-07	3.64E-07	3.64E-07
Arsenic	7.28E-10	7.29E-10	7.24E-10	7.32E-10	7.25E-10	7.26E-10	7.27E-10	7.24E-10	7.28E-10	7.24E-10
Nickel	1.47E-09	1.48E-09	1.43E-09	1.49E-09	1.44E-09	1.45E-09	1.46E-09	1.43E-09	1.47E-09	1.44E-09
Chrome	4.23E-08	4.32E-08	3.85E-08	4.58E-08	3.94E-08	4.03E-08	4.12E-08	3.83E-08	4.26E-08	3.90E-08
1,3 butadiène	2.39E-08	2.59E-08	2.33E-08	2.30E-08	2.29E-08	2.34E-08	2.44E-08	2.32E-08	2.29E-08	2.29E-08
Benzo[a]pyrène	6.95E-10	6.97E-10	6.75E-10	6.93E-10	6.75E-10	6.84E-10	6.87E-10	6.74E-10	6.84E-10	6.74E-10
Acénaphène	3.97E-13	4.17E-13	8.17E-14	3.06E-13	7.71E-14	2.27E-13	2.74E-13	6.25E-14	1.93E-13	5.58E-14
Acénaphylène	3.12E-13	3.29E-13	6.44E-14	2.46E-13	6.19E-14	1.78E-13	2.16E-13	4.93E-14	1.55E-13	4.47E-14
Anthracène	5.23E-13	5.73E-16	1.12E-16	6.03E-16	1.52E-16	2.99E-13	3.31E-16	8.59E-17	3.24E-16	1.10E-16
Benzo(a)anthracène	4.41E-12	4.68E-12	9.19E-13	4.00E-12	1.01E-12	2.52E-12	2.94E-12	7.03E-13	2.36E-12	7.29E-13
Benzo(b)fluoranthène	4.05E-12	4.43E-12	8.68E-13	4.51E-12	1.14E-12	2.31E-12	2.60E-12	6.64E-13	2.46E-12	8.22E-13
Benzo(k)fluoranthène	3.72E-12	4.12E-12	8.06E-13	4.44E-12	1.12E-12	2.12E-12	2.36E-12	6.17E-13	2.37E-12	8.08E-13
Benzo(ghi)pérylène	4.56E-13	4.77E-13	9.35E-14	3.69E-13	9.29E-14	2.60E-13	3.08E-13	7.15E-14	2.27E-13	6.72E-14
Chrysène	6.42E-12	6.53E-12	5.56E-12	6.58E-12	5.64E-12	5.95E-12	6.02E-12	5.51E-12	6.01E-12	5.56E-12
Dibenzo(a,h)anthracène	5.88E-12	6.29E-12	1.23E-12	5.44E-12	1.37E-12	3.36E-12	3.94E-12	9.44E-13	3.19E-12	9.91E-13
Fluorène	1.18E-13	1.40E-13	2.74E-14	1.94E-13	4.89E-14	6.76E-14	6.93E-14	2.10E-14	9.43E-14	3.54E-14
Fluoranthène	1.02E-12	1.04E-12	6.94E-13	9.79E-13	7.02E-13	8.42E-13	8.82E-13	6.74E-13	8.27E-13	6.76E-13
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2.42E-12	2.56E-12	5.02E-13	2.19E-12	5.52E-13	1.39E-12	1.60E-12	3.84E-13	1.28E-12	3.99E-13
Phénanthrène	9.87E-13	1.03E-12	3.86E-13	8.76E-13	3.91E-13	6.62E-13	7.42E-13	3.49E-13	6.21E-13	3.46E-13
Pyrène	9.38E-13	9.70E-13	6.18E-13	9.29E-13	6.32E-13	7.64E-13	8.02E-13	5.98E-13	7.60E-13	6.05E-13

Tous les Excès de Risque Individuel sont inférieurs à 1.10<sup>-5</sup>, la réalisation du projet ne conduit pas à un risque sanitaire inacceptable, on note même une diminution des ERI.

### Exposition aiguë

L'exposition aiguë concerne le dioxyde d'azote et les particules qui ne disposent pas de VTR, mais d'une Valeur Guide (VG). Les concentrations exprimées en percentiles 99 des moyennes journalières et en concentrations horaires maximales, calculées et présentées au Tableau 55, sont comparées aux valeurs guides pour la protection de la santé proposées par l'OMS.

Le tableau suivant présente cette comparaison pour les différents scénarios d'exposition.

**Tableau 61 : Exposition aiguë – concentrations inhalées pour le dioxyde et les particules comparées aux valeurs guides de l'OMS**

Concentrations en µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide	Ecole primaire Saint-Jean-de-Beugné					Ecole primaire Sainte-Gemme-la-Plaine				
		Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045	Etat initial	Etat futur sans projet 2025	Etat futur avec projet 2025	Etat futur sans projet 2045	Etat futur avec projet 2045
NO2 (max horaire)	200	20.2	30.7	14.4	12.3	9.6	16.9	24.4	12.8	11.1	9.2
NO2 (P99-24h)	25	9.6	12.2	8.3	7.8	7.3	8.5	10.0	8.0	7.5	7.3
PM10 (P99-24h)	45	13.4	13.5	13.1	13.6	13.1	13.3	13.3	13.1	13.4	13.1
PM2.5 (P99-24h)	15	6.7	6.7	6.5	6.7	6.5	6.6	6.6	6.4	6.6	6.5

Pour l'ensemble des polluants, les recommandations de l'OMS sont respectées pour tous les horizons d'étude. La comparaison des concentrations inhalées entre les états avec et sans projet, pour l'ensemble des scénarios, montre que le projet permet de baisser les niveaux de pointe en dioxyde d'azote, en particulier en 2025.

## Revue des incertitudes

### Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR sont construites à partir d'études expérimentales chez l'animal, mais également à partir d'études épidémiologiques chez l'homme. Les différentes étapes de construction des VTR sont sources d'incertitude, par exemple les extrapolations à l'Homme depuis les données animales. Aussi des facteurs de sécurité sont systématiquement appliqués (pour l'extrapolation inter-espèces, pour les populations sensibles, la qualité des données sources, etc.), par les instances de référence. Leur application conduit généralement à une surestimation du risque.

### Exposition de la population

Pour calculer les concentrations inhalées, ont été retenues les concentrations estimées par modélisation au droit des bâtiments des groupes scolaires le plus proches de l'axe routier étudié. Celles-ci ont été appliquées à l'ensemble des bâtiments. Cette hypothèse est susceptible de majorer l'exposition.

Il a été considéré que les concentrations en polluant étaient identiques à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments ce qui n'est vraisemblablement pas le cas.

### Modélisations des concentrations

Les calculs des émissions et de la dispersion atmosphérique sont également des sources d'incertitudes liées intrinsèquement aux modèles utilisés et aux données d'entrée choisies.

Incidence Enjeu	Incidence faible	Direct		Temporaire		Court/Moyen/Long terme	
		Indirect	Permanent	Permanent	Long terme		
Enjeu faible	Impact négligeable						

Aucune mesure n'est nécessaire.

## 7.17.2. Nuisances sonores et santé

Les effets du bruit sur la santé sont de deux types :

- ▶ Effets auditifs ;
- ▶ Effets extra-auditifs.

### 7.17.2.1. Effets auditifs

Les effets auditifs comprennent la fatigue auditive et la perte auditive. La fatigue auditive correspond à un déficit temporaire d'audition qui se caractérise par une diminution de la sensibilité auditive pendant un temps limité après la fin de la stimulation acoustique. La perte auditive se caractérise par son irréversibilité et peut atteindre plusieurs stades : surdité légère, surdité moyenne ou surdité sévère.

### 7.17.2.2. Effets extra-auditifs

Les effets extra-auditifs sont les réactions que le bruit met en jeu sous forme d'une réaction générale, réaction de stress avec ses composantes cardiovasculaires (augmentation de la pression artérielle...), neuro-endocriniennes, affective...

Les effets subjectifs regroupent des effets divers comme la gêne due au bruit, les effets du bruit sur les attitudes et les comportements, les effets sur la performance ou encore sur l'intelligibilité de la voix. Ici encore, l'établissement

de liens entre effets sanitaires subjectifs et niveaux d'exposition au bruit est difficile. Ainsi le bruit n'expliquerait au mieux que 30 à 40 % de la gêne exprimée, bien d'autres facteurs non acoustiques intervenant dans la réaction individuelle.

Dans un rapport de 2013, intitulé « évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental », l'ANSES soulignait que la caractérisation de l'exposition sonore via l'utilisation d'indices acoustiques seuls ne permet pas d'évaluer correctement les impacts sanitaires extra-auditifs du bruit.

### 7.17.2.3. Valeurs recommandées

Dans un récent rapport publié en octobre 2018, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définit des valeurs guides pour la qualité sonore des espaces extérieurs suivant leur localisation et ce afin de protéger la santé des populations.

**Tableau 62 : Niveaux recommandés en dB(A)**

Niveaux recommandés en dB(A)	Lden	Ln
Bruit routier	53	45
Bruit ferré	54	44
Bruit aérien	45	40

### 7.17.2.4. Effets du projet

Le projet n'est pas de nature à avoir des effets auditifs et extra auditifs.

L'ensemble des mesures prises en phase travaux pour limiter les nuisances sonores rendent le risque d'exposition au bruit négligeable, avec qui plus est des habitations situées à des distances raisonnables des zones de chantier. Le projet s'accompagne également de la mise en place de protections acoustiques permettant de respecter les seuils réglementaires (édification de merlons) ;

Enfin, le projet améliore le cadre de vie et l'ambiance sonore pour les riverains de l'actuelle RD137.

## 7.17.3. Rejets aqueux

### 7.17.3.1. Aire d'étude

L'étude des effets sur la qualité de l'eau a porté sur les bassins versants situés en aval du projet (Smagne et canal du Clain) ainsi que sur les eaux souterraines. Aucun captage d'eau potable n'est concerné par le projet. Accessoirement, les pêcheurs fréquentant les cours d'eau concernés sont également à prendre en compte.

### 7.17.3.2. Le code de la santé publique

La pollution de l'eau peut engendrer des inconvénients pour la santé publique du fait de ses diverses utilisations (consommation et loisir). Le code de la santé publique fixe les règles concernant les eaux destinées à la consommation humaine et les seuils de qualité des eaux potables :

- Benzo (a) pyrènes : 0,01 mg/l,
- Cadmium : 5 mg/l,
- Plomb : 10 mg/l,
- Chrome : 50 mg/l,
- HAP totaux : 0,1 mg/l.

Les benzo (a) pyrènes sont considérés comme particulièrement nocifs, car ses effets cancérigènes sont prouvés ; ils sont également considérés comme mutagène, tératogène et toxique pour le développement.

Certains hydrocarbures sont cancérigènes, car ils agissent sur le patrimoine génétique ; ils affectent également la reproduction ou le développement fœtal.

Le caractère toxique des métaux lourds auprès des organismes vivants est dû à l'absorption et la concentration de ces éléments dans tout ou partie de l'organisme. Ce phénomène est appelé bioaccumulation. A dose élevée et en exposition chronique et durable, les principaux effets des métaux lourds sont les suivants :

- Cadmium : L'absorption de cadmium se fait essentiellement par aliments. Le cadmium s'accumule dans les reins, où il endommage les mécanismes de filtration. D'autres symptômes sont associés au cadmium : Diarrhée, douleurs d'estomac et vomissements importants, échec de reproduction et même, probablement, infertilité, atteintes au système nerveux central et au niveau du système immunitaire, etc.
- Plomb : Le plomb est l'un des quatre métaux les plus nocifs pour la santé. Les effets du plomb sont la perturbation de la biosynthèse de l'hémoglobine et anémie, l'augmentation de la pression artérielle, l'atteinte aux reins, les fausses couches, la perturbation du système nerveux, etc.
- Mercure : Le mercure n'est pas naturellement présent dans les aliments, mais il peut se diffuser dans la chaîne alimentaire par la bioaccumulation. Le mercure a un certain nombre d'effets sur l'homme, dont : la perturbation du système nerveux, l'atteinte aux fonctions cérébrales, l'atteinte à l'ADN, les réactions allergiques, etc.

Il faut noter que les émissions de plomb du fait du trafic routier sont actuellement inexistantes du fait de l'arrêt de distribution de carburants au plomb.

### 7.17.3.3. Effets du projet sur la santé

#### 7.17.3.3.1. Impacts provisoires

Il s'agit de tous les phénomènes d'érosion de talus routiers, de berges rectifiées, de terrassements en phase chantier qui peuvent se traduire par l'entraînement de particules solides par les eaux de ruissellement jusque dans le réseau hydrographique où elles engendrent une augmentation des Matières En Suspension et un colmatage des fonds.

Ces perturbations peuvent avoir un impact considérable et se répercuter à des distances importantes. Elles peuvent conduire à une dégradation de l'eau potable distribuée et aux impacts associés

#### 7.17.3.3.2. Impacts permanents

L'incidence des routes en service sur la qualité des eaux superficielles ou souterraines est essentiellement liée aux rejets d'eaux pluviales issus de la plate-forme, c'est-à-dire de la surface sur laquelle évoluent les véhicules. Les conséquences potentielles de cette pollution sont :

- ▶ Une contamination des eaux destinées à la consommation humaine ;
- ▶ Une contamination des cultures se trouvant à proximité de la voie et qui sont destinées à la consommation humaine de façon directe ou indirecte (voie animale).

Il existe plusieurs types de pollution :

- ▶ Chronique, qui provient de deux principales sources :
  - Les charges liées au trafic routier (fuites, usures des pièces mécaniques, boue...);
  - Les charges liées à l'érosion des équipements routiers (corrosion des glissières de sécurité, peintures...).
- ▶ Saisonnière (le désherbage et le déverglaçage) ;
- ▶ Ou accidentelle (accident de camion-citerne par exemple).

Les charges polluantes issues de la pollution chronique sont produites en infimes quantités et s'accumulent sur les chaussées au fil du temps. Elles sont lessivées par les pluies, d'où leur appellation de pluviollessivats.

Les éléments caractéristiques de cette pollution sont émis en quantités très variables selon les sites (microclimat, surface de chaussée, fréquence et intensité des épisodes pluvieux...).

Ce sont surtout les matières granulaires (provenant de l'usure par frottement) qui, une fois lessivées par les pluies, donnent des Matières En Suspension (MES). A ces MES viennent s'ajouter d'autres éléments tels que les métaux lourds.

S'il existe peu de données épidémiologiques sur les risques liés à l'ingestion ou à l'inhalation d'eau de pluie récupérée, il n'en est pas moins vrai que l'eau de pluie est une eau non potable, car contaminée

microbiologiquement et chimiquement. Elle ne répond donc pas aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, animale, ni même à l'irrigation et à l'arrosage des cultures.

### 7.17.3.4. Les mesures de réduction

En phase de travaux, des mesures de précautions seront mises en œuvre pour limiter l'apport de polluants aux cours d'eau et aux nappes. Des bassins de décantation temporaires ou des dispositifs filtrants seront mis en œuvre dès la phase de terrassement. Tous les travaux concernés par secteurs de remontée de nappe seront réalisés en période basses eaux pour limiter les interactions avec les eaux souterraines.

En phase exploitation, le projet routier s'accompagne de la mise en œuvre de dispositifs de recueil puis de traitement des eaux ruisselant sur les chaussées. La décantation préalable dans les fossés enherbés, et dans les bassins de rétention, permet de rejeter dans le milieu naturel des eaux dont la qualité est compatible avec la non-dégradation des eaux superficielles.

La mise en œuvre de l'ensemble des mesures permettra de limiter les atteintes à la ressource en eau et aux populations piscicoles et donc les effets indirects associés sur la santé des populations consommatrices.

⇒ **L'impact indirect du projet sur la santé des populations concernées peut être qualifié de ponctuel et de négligeable.**

## 7.17.4. Contamination des sols et santé

### 7.17.4.1. Identification des dangers pour la santé

#### IMPACT INITIAL

L'exposition au sol contaminé s'effectue par ingestion, par inhalation ou par contact cutané. Les personnes peuvent consommer des plantes cultivées dans le sol, boire de l'eau qui peut transiter dans le sol et inhaler de l'air qui a été en contact avec le sol. Les personnes et le bétail d'élevage peuvent également consommer et inhaler directement des particules de sol et peuvent être exposées en marchant ou en jouant sur le sol. L'exposition peut également se faire par inhalation de vapeurs provenant du sol et des eaux souterraines.

### 7.17.4.2. Exposition des populations et caractérisation du risque

Dans le cadre du projet, les principaux polluants susceptibles de contaminer les sols et d'avoir un impact sur la santé sont les suivants :

- ▶ Sels de voirie,
- ▶ Particules,
- ▶ Métaux lourds,
- ▶ Huiles et autres fluides,
- ▶ Hydrocarbures,
- ▶ Benzène et autres COV...

Leurs effets sur la santé ont été évoqués dans les chapitres précédents.

D'après les résultats de plusieurs études menées par le SETRA (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes), dans le voisinage de routes à grande circulation on estime que la pollution observée dans les 10 premiers centimètres du sol est généralement maximale entre 5 et 10 m de l'infrastructure, puis diminue avec la distance pour finalement disparaître à 20, 40, 80 ou 100 m environ, selon les cas. Bien que les 40 premiers mètres soient les plus pollués, la pollution observée reste très en-deçà des seuils en vigueur pour les sols agricoles. Le stockage qui sera effectué dans les bassins va notamment permettre de diluer les saumures et les sels de déverglaçage lors d'un traitement hivernal. Par cette dilution, la concentration dans le milieu récepteur ne sera en aucun cas une source de perturbation.

Dans le cas présent, il n'existe pas de jardins, de zones maraîchères à moins de 40 m des voies à aménager. D'autre part la mise en place des bassins de rétention le long de l'axe permet de récupérer les eaux de ruissellement de la route et de traiter les pollutions avant rejet au milieu naturel

Par conséquent, le risque sanitaire est faible, voire nul.

<i>Incidence</i> <i>Enjeu</i>	Incidence nulle	Direct Indirect		Temporaire Permanent		Court/Moyen/Long terme		
Enjeu nul	Impact initial nul							

## 7.18. Incidences et mesures sur l'économie et la démographie

### 7.18.1. Incidences et mesures en phase travaux

#### IMPACT INITIAL

Les travaux liés au projet auront des retombées économiques directes et indirectes pour différentes entreprises retenues pour sa réalisation. Ils devraient créer ou conforter des emplois directs, notamment dans le secteur du transport et des travaux publics.

Le département de la Vendée fera appel de préférence à des prestataires locaux.

Plus modestement, la présence du personnel de chantier, sur plusieurs mois, constituera un apport de clientèle supplémentaire pour l'hôtellerie, la restauration et les commerces localisés dans les communes environnantes.

La période des travaux sera donc bénéfique pour l'emploi local sur toute la durée du chantier nécessaire à l'opération routière.

L'impact en phase travaux sur l'économie et l'emploi est considéré fort.

Enjeu	Effet	Effet positif moyen		Temporaire Permanent		Court/Moyen/Long terme		
		Direct	Indirect					
<b>Enjeu fort</b>		X	X	X		X		

Compte tenu de l'impact positif du projet, aucune mesure ne se justifie.

### 7.18.2. Incidences et mesures en phase exploitation

#### IMPACT INITIAL

Au niveau régional et départemental, la RD 137 est un axe structurant pour le territoire. Elle supporte ainsi un trafic important sur lequel transite de nombreux véhicules et poids lourds.

Le projet va améliorer la desserte de Luçon, principal pôle urbain et économique du secteur, permettant une circulation rapide, plus fluide, et sécurisée. Ces meilleures conditions de circulation profiteront aussi à l'ensemble des zones d'activités présentes sur le territoire : ZA des Quatre Chemins, zone artisanale de Champereau à Sainte-Gemme-la-Plaine, zones d'activités de Saint-Jean-de-Beugné et de Sainte-Hermine (Vendéopôle).

Le projet va également améliorer la circulation dans la traversée des communes de Saint-Jean-de-Beugné et de Sainte-Gemme-la-Plaine. L'ensemble des établissements implantés dans leur zone agglomérée (nombreux commerces, entreprises artisanales et de service) bénéficieront ainsi d'une meilleure desserte favorable à leur activité.

Dans ce contexte, les déplacements liés aux activités économiques (dont une part importante de poids-lourds), aux déplacements domicile-travail des actifs seront facilités avec des temps de parcours réduits et sécurisés pour l'ensemble des usagers. La mise à 2x2 voies de la RD137 va renforcer l'attractivité des territoires et favoriser leur développement économique.

Pour les mêmes raisons, le projet est susceptible d'avoir une incidence positive sur la démographie des communes dont l'attractivité sera renforcée. En effet, grâce à un cadre de vie amélioré, un trafic plus fluide et le sentiment d'une sécurité renforcée vont sans doute également jouer en faveur de l'arrivée de nouveaux habitants sur les communes desservies.

Le projet aura ainsi des incidences indirectes, certes modérées, mais positives et durables sur la démographie et la socio-économie des territoires desservis.

Enjeu	Effet	Effet positif faible		Temporaire Permanent		Court/Moyen/Long terme		
		Direct	Indirect					
<b>Enjeu fort</b>			X		X			X

## 8. Tableau de synthèse des mesures et des coûts des mesures sur l'environnement et de leurs suivis

Ce tableau synthétise les différentes mesures de la démarche ERC ainsi que les mesures de suivis et les coûts sur les thématiques principales étudiées dans la présente étude d'impact.

MILIEU PHYSIQUE THEMATIQUES	MESURES	COÛT DES MESURES (€ HT.)	SUIVIS	ÉTAPE CONCERNÉE PAR LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DES MESURES ET INDICATEURS		FRÉQUENCE EN PHASE EXPLOITATION	COÛT DES SUIVIS
				Phase travaux	Phase exploitation		
Climatologie & Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sélection d'entreprises locales pour la réalisation des chantiers (réduction des émissions liées aux déplacements)</li> <li>Limitation des rejets dans l'atmosphère dus au chantier (utilisation d'engins respectant les normes en vigueur, consignes d'arrêt moteur, système de bâchage, humidification des pistes si temps sec)</li> <li>Déplacements des engins optimisés pendant la phase travaux et gestion des terres excavées</li> <li>Choix de matériaux à faible impact environnemental et réutilisation sur site des matériaux quand c'est possible</li> <li>Optimisation de la gestion des déblais/remblais</li> </ul>	Intégré aux travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mesures de qualité de l'air</li> </ul>	X	X	Annuelle	Mesures disponibles en ligne sur Air Pays de la Loire
Topographie et géologie	<p><b>En phase travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Optimisation de la gestion des déblais/remblais</li> <li>Gestion des terres excavées avec réemploi au maximum des matériaux</li> <li>Volumes de matériaux en excédent réemployés sur place (aménagement paysagers, ouvrages hydrauliques, merlons anti-bruit, ...).</li> <li>Réalisation d'une étude géotechnique (type G2 stade PRO)</li> </ul> <p><b>En phase d'exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Projet réalisé au plus près du terrain naturel</li> </ul>	Intégré aux travaux sauf étude géotechnique non estimable à ce stade des études	/	X			
Qualité du milieu récepteur (eaux superficielles et souterraines)	<p><b>En phase travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place de dispositifs de limitation et de prévention contre les risques de pollution des eaux durant les travaux</li> <li>Service de la Police de l'eau tenu informé du calendrier des travaux et destinataire au préalable du plan des réseaux</li> </ul>	Intégré aux travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visite régulière de chantier</li> </ul>	X			Intégré aux travaux
	<p><b>En phase d'exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en place de dispositifs de traitement des eaux pluviales pour traiter la pollution chronique (décantation, piégeage des particules),</li> <li>Mise en place de dispositifs permettant de maîtriser le risque de pollution accidentelle (confinement, piégeage))</li> <li>Réduction des pollutions saisonnières (utilisation raisonnée des produits de déverglaçage, utilisation de techniques non polluantes pour l'entretien des dépendances routières, des aménagements paysagers)</li> </ul>	Intégré au projet (montant global : 2,495 millions d'€HT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôle de la qualité des rejets au niveau des ouvrages de gestion des eaux pluviales</li> <li>Entretien du réseau avec cahier de suivi et d'exploitation des ouvrages</li> </ul>		X	Sur une durée de 2 ans après la mise en service des ouvrages  Puis selon les résultats Tous les 2 ans après la mise en service des ouvrages sauf en cas de pollution accidentelle ou fort épisode pluvieux	Intégré au projet

MILIEU PHYSIQUE THEMATIQUES	MESURES	COÛT DES MESURES (€ HT.)	SUIVIS	ÉTAPE CONCERNÉE PAR LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DES MESURES ET INDICATEURS		FRÉQUENCE EN PHASE EXPLOITATION	COÛT DES SUIVIS
				Phase travaux	Phase exploitation		
Eaux souterraines Hydrogéologie	<p><b>En phase travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptation du calendrier des travaux au risque de rabattement de nappe (interventions sur les secteurs à risque de remontée de nappe réalisées en période de basses eaux)</li> <li>Gestion des eaux pluviales avec ouvrages de rétention et réseaux dimensionnés pour limiter le rejet d'eaux brutes ou ruisselées directement dans le milieu récepteur même en cas de crue ou d'un événement pluvieux, ouvrages de rétention aériens et végétalisés qui permettent une purification de l'eau ;</li> </ul>	Intégré aux travaux	/	X		/	/
	<p><b>En phase d'exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rétablissement de la transparence du projet routier vis-à-vis de la nappe perchée de la Boutinière (implantation d'un système de collecte et d'un bassin tampon en aval)</li> </ul>	Intégré au projet			X		
Fonctionnement hydraulique	<p><b>En phase d'exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rétablissement de la transparence du projet routier vis-à-vis des talwegs pour garantir les écoulements des eaux pluviales des bassins versants interceptés ainsi que des eaux issues des remontées de nappe.</li> <li>Création d'ouvrages de rétention-régulation des eaux pluviales pour réduire les incidences hydrauliques du projet liées au ruissellement des eaux pluviales, que ce soit sur ou en aval du site à aménager et à limiter les incidences sur le régime des crues du milieu récepteur.</li> <li>Gestion des eaux pluviales avec un dimensionnement des réseaux et des ouvrages de rétention qui tient compte d'un événement de type pluie décennale ou cinquantennale selon les enjeux présents en aval. Les ouvrages de rétention permettent de réguler les débits pluviaux (débit faible, calé à 3 litres par seconde et par hectare d'aménagement).</li> </ul>	Intégré au projet (montant global : 2,495 millions d'€HT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôle de la qualité des rejets au niveau des ouvrages de gestion des eaux pluviales</li> <li>Entretien du réseau avec cahier de suivi et d'exploitation des ouvrages</li> </ul>		X	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification à chaque épisode pluvieux intense</li> <li>Curage et entretien systèmes de rétention 1 à 2 fois/an</li> </ul>	Intégré au projet

MILIEU BIOLOGIQUE THEMATIQUES	MESURES	COÛT DES MESURES (€ HT.)	SUIVIS	ÉTAPE CONCERNÉE PAR LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DES MESURES ET INDICATEURS		FRÉQUENCE EN PHASE EXPLOITATION	COÛT DES SUIVIS
				Phase travaux	Phase exploitation		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Site Natura 2000</li> <li>Trame verte et bleue (TVB)</li> <li>Habitat remarquable</li> <li>Flore protégée</li> <li>Faune protégée</li> </ul>	<p><b>En phase travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sites à protéger balisés en phase travaux pour éviter toute dégradation ou destruction d'espèces et d'habitats :</li> <li>Mise en défens de la pelouse calcaire à l'entrée de la commune de Sainte-Gemme-la-Plaine, des haies bocagères situées tout au long du projet</li> <li>Mise en défens des emprises chantier pour empêcher les espèces peu mobiles (reptiles, mammifères) de rejoindre les sites en travaux afin d'éviter l'écrasement ou la mutilation.</li> <li>Phasage des travaux adapté à l'activité des animaux pour éviter toute destruction (chiroptères, oiseaux, lézards)</li> <li>Gestion des espèces exotiques envahissantes</li> </ul>	<p>5 000 €</p> <p>10 000 €</p> <p>Intégré aux travaux</p> <p>Intégré aux travaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi des travaux par un écologue</li> </ul>	X			Environ 30 000 €
	<p><b>En phase d'exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitement des habitats favorables à la biodiversité</li> <li>Mesures compensatoires :</li> <li>Gestion d'espaces cultivés favorables au Busard cendré et Oedonème criard pour permettre le maintien pérenne d'une surface minimale d'1ha d'habitats favorables aux deux espèces</li> <li>Création d'habitats de reproduction et d'alimentation pour l'avifaune pour permettre la création d'habitats favorable au cortège d'oiseaux nicheurs impactés par le projet</li> <li>Création de haies favorables à la reproduction d'oiseaux bocagers et au transit/chasse des chiroptères</li> </ul>	<p>Plantations boisement : 15 000 €</p> <p>Coût de gestion (fauche 4 000 m<sup>2</sup> tous les 2 ans) : 2 000 €/an</p> <p>Coût de mise en œuvre : 200 000 €</p> <p>Coût de gestion : 5 000 €/an</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi écologique de l'efficacité des mesures compensatoires</li> </ul>		X	Suivi sur 15 ans (8 années de suivi)	8 000 € HT / année de suivi Soit 64 000 € HT sur 15 ans pour les 8 années du suivi
MILIEU HUMAIN THEMATIQUES	MESURES	COÛT DES MESURES (€ HT.)	SUIVIS	ÉTAPE CONCERNÉE PAR LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DES MESURES ET INDICATEURS		FRÉQUENCE EN PHASE EXPLOITATION	COÛT DES SUIVIS
				Phase travaux	Phase exploitation		
Activité agricole	<p><b>En phase travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Information préalable des exploitants sur le calendrier des travaux (organiser leurs activités agricoles en conséquence)</li> <li>Organisation du chantier (itinéraire des engins, base de chantier ...) définie en concertation avec les communes et la profession agricole, de manière à créer le moins de perturbations possibles</li> <li>Arroseuses présentes sur le chantier, afin, si nécessaire, d'humidifier l'ensemble des pistes de manière à éviter l'envol des poussières, préjudiciables aux cultures voisines.</li> <li>Emprise du chantier réduite au strict nécessaire de façon à perturber le moins possible les exploitations agricoles et la desserte des parcelles.</li> <li>Des mesures spécifiques au chantier seront mises en place : aménagement de clôtures, rétablissement des accès aux parcelles, etc....</li> </ul>	Intégré aux travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi assuré par la chambre d'agriculture</li> </ul>	X			Intégré au projet

MILIEU BIOLOGIQUE THEMATIQUES	MESURES	COÛT DES MESURES (€ HT.)	SUIVIS	ÉTAPE CONCERNÉE PAR LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DES MESURES ET INDICATEURS		FRÉQUENCE EN PHASE EXPLOITATION	COÛT DES SUIVIS
				Phase travaux	Phase exploitation		
	<p><b>En phase exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rétablissement des accès et cheminements agricoles</li> <li>Rétablissement des réseaux d'irrigation, des clôtures (le cas échéant)</li> <li>Compensation foncière (mobilisation des réserves foncières du département de la Vendée)</li> <li>Indemnités d'éviction versées aux exploitants concernés par les prélèvements agricoles</li> <li>Compensation des réseaux d'irrigation (soit foncièrement, soit financièrement)</li> </ul>	<p>Intégré au projet</p> <p>Intégré au projet</p> <p>Estimations non connues au stade actuel des études et du projet</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi assuré par la chambre d'agriculture</li> </ul>		X		Estimations non connues au stade actuel des études et du projet
Paysage	<p><b>En phase travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maintien de la propreté aux abords et au niveau du chantier</li> <li>Mise en place d'une signalétique claire et précise (information des riverains),</li> <li>Evacuation rapide des matériaux excédentaires, des déchets, ...</li> <li>Végétalisation progressive (enherbement) des talus de remblai (dissimuler les volumes de terre nue apportée)</li> <li>Soin particulier apporté à la localisation des bases de vie et des lieux de stockage</li> <li>Stationnement optimisé des engins de chantier</li> </ul>	Intégré aux travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi des travaux par un paysagiste</li> </ul>	X			Intégré au projet
	<p><b>En phase exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Optimisation des terrassements (réduction des mouvements artificiels des talus à forte pente)</li> <li>Récréation de haies en compensation de celles détruites en les connectant au réseau existant préservé,</li> <li>Plantation d'une prairie rustique sur les talus</li> <li>Plantations arbustives et arborées en pied de talus pour les sections en remblai</li> <li>Plantations aux abords des ouvrages d'art</li> <li>Abords des bassins paysagés</li> </ul>	2, 2 millions € HT	Garantie de reprise des végétaux		X	Au bout de 2 ans	Intégré au projet
Les déplacements	<p><b>En phase travaux</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Itinéraires bis proposés</li> <li>Réalisation des giratoires par demi chaussée pour maintenir la circulation par alternance</li> <li>Signalisation adaptée pour prévenir des travaux</li> <li>Dossier de conception spécifique pour les travaux au niveau de la voie SNCF</li> </ul>	Intégré aux travaux sauf surcoûts voie Sncf non estimable à ce stade des études	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification de la signalisation pendant les travaux</li> </ul>	X		Mensuelle	Intégré en phase projet
	<p><b>En phase exploitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En période estivale Le contournement permet de gagner 4 à 15 min en projection 2025 et 2045) selon le sens, tout en réduisant les temps de parcours pour les déplacements en échange avec le bourg de Saint-Jean de Beugné.</li> <li>Déchargement des bourgs en période hivernale et estivale</li> <li>Les accès directs dangereux sont supprimés</li> <li>giratoires et échangeurs (partiel ou complet) pour améliorer la desserte</li> <li>cheminement doux créé</li> </ul>	Intégré au projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comptage routiers pour mesurer le trafic</li> <li>Enquêtes auprès des riverains pour l'amélioration de leur cadre de vie</li> </ul>		X X	Tous les 10ans	Intégré en phase projet

MILIEU BIOLOGIQUE THEMATIQUES	MESURES	COÛT DES MESURES (€ HT.)	SUIVIS	ÉTAPE CONCERNÉE PAR LA MISE EN PLACE ET LE SUIVI DES MESURES ET INDICATEURS		FRÉQUENCE EN PHASE EXPLOITATION	COÛT DES SUIVIS
				Phase travaux	Phase exploitation		
Réseaux et déchets	<b>En phase travaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demandes de déclaration de travaux (DICT) auprès des concessionnaires (protection et prise en compte les réseaux existants)</li> <li>• Planification des opérations pour minimiser le nombre de coupure et information des riverains, le cas échéant</li> <li>• Gestion adaptée des déchets générés par le chantier</li> <li>• Mise en place d'un Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets (SOGED)</li> </ul>	Intégré aux travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle du SOGED</li> <li>• Visite de chantier</li> </ul>	X		Mensuelle	Intégré en phase projet
	<b>En phase exploitation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Opérations de nettoyage des voiries, des ouvrages hydrauliques, curage des réseaux ;</li> <li>• Maintenance, le cas échéant, du matériel de voiries (signalisation, éclairage...);</li> <li>• Entretien des espaces verts</li> <li>• Déchets envoyés dans les filières adaptées et agréées</li> </ul>	Intégré au projet				X	
Environnement sonore et vibratoire	<b>En phase travaux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériel utilisé qui garantit le respect des normes en termes de bruit ;</li> <li>• Dispositifs de limitation des nuisances sonores et vibratoires ;</li> <li>• Information du public concernant les travaux ;</li> </ul>	Intégré aux travaux					
	<b>En phase exploitation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place de protections acoustiques (2 merlons) au droit des habitations de Saint-Jean-de-Beigné pour respecter les seuils réglementaires</li> <li>• Réduction des nuisances sonores dans les bourgs de Sainte Gemme-la-Plaine et de Saint-Jean-de-Beigné (report de trafic dont poids-lourds)</li> </ul>	Intégré au projet	Mesures acoustiques pour vérifier le respect des seuils réglementaires			X	Intégré au projet

## 9. Evaluation des incidences sur le site Natura 2000

### 9.1. Cadrage réglementaire

#### 9.1.1. Rappels relatifs au réseau Natura 2000

Natura 2000 a pour objectif de préserver la diversité biologique en Europe en assurant la protection d'habitats naturels exceptionnels en tant que tels, ou en ce qu'ils sont nécessaires à la conservation d'espèces animales ou végétales.

Les habitats naturels et espèces concernés sont mentionnés dans :

- ▶ La directive du Parlement européen et du Conseil de l'Union Européenne n°2009/147/CE du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages, dite directive « Oiseaux » ;
- ▶ La directive du Conseil des Communautés Européennes n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la flore et de la faune sauvages, dite directive « Habitats ».

Natura 2000 vise à construire un réseau européen des espaces naturels les plus importants. Ce réseau rassemble :

- ▶ Les Zones de Protections Spéciales ou ZPS relevant de la directive « Oiseaux » ;
- ▶ Les Zones Spéciales de Conservation ou ZSC relevant de la directive « Habitats ».

La mise en place d'un site Natura 2000 se décompose en trois volets :

- ▶ La désignation du site est établie par un arrêté ministériel après une consultation locale ;
- ▶ Un document d'objectifs organise, pour chaque site, la gestion courante ;
- ▶ Les projets d'aménagement susceptibles de porter atteinte à un site Natura 2000 doivent faire l'objet d'un volet complémentaire d'analyse préalable et appropriée des incidences.

#### 9.1.2. Cadre juridique de l'évaluation des incidences sur Natura 2000

L'article L.414-4 du code de l'environnement indique que lorsqu'ils sont susceptibles d'affecter de manière significative un site Natura 2000, individuellement ou en raison de leurs effets cumulés, doivent faire l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site :

- ▶ Les documents de planification qui, sans autoriser par eux-mêmes la réalisation d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations, sont applicables à leur réalisation ;
- ▶ Les programmes ou projets d'activités, de travaux, d'aménagements, d'ouvrages ou d'installations ;
- ▶ Les manifestations et interventions dans le milieu naturel ou le paysage.

Les articles R.414-19 à R.414-26 du code de l'environnement précisent les dispositions relatives à l'évaluation des incidences sur les sites Natura 2000.

L'article R.414-19 du code de l'environnement fixe dans son I, la liste nationale des documents de planification, programmes ou projets ainsi que des manifestations et interventions qui doivent faire l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000.

Sont notamment concernés :

- ▶ Les travaux et projets devant faire l'objet d'une étude ou d'une notice d'impact au titre des articles L.122-1 à L.122-3 et des articles R.122-1 à R.122-16 du code de l'environnement ;

- ▶ Les installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L.214-1 à L.214-11 articles R.122-1 à R.122-16 du code de l'environnement.

L'article R.414-19 précise par ailleurs dans son II, que « Sauf mention contraire, les documents de planification, programmes, projets, manifestations ou interventions listés au I sont soumis à l'obligation d'évaluation des incidences Natura 2000, que le territoire qu'ils couvrent ou que leur localisation géographique soient situés ou non dans le périmètre d'un site Natura 2000. ».

L'article R. 414-23 indique que « Cette évaluation est proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence ».

L'article R.414-21 du code de l'environnement indique que « Le contenu de ce dossier peut se limiter à la présentation et à l'exposé définis au I de l'article R. 414-23, dès lors que cette première analyse permet de conclure à l'absence d'incidence sur tout site Natura 2000 ».

L'article R. 414-23 décrit le contenu du dossier d'évaluation des incidences Natura 2000. Dans son I, il indique que le dossier comprend dans tous les cas :

- ▶ « 1° Une présentation simplifiée du document de planification, ou une description du programme, du projet, de la manifestation ou de l'intervention, accompagnée d'une carte permettant de localiser l'espace terrestre ou marin sur lequel il peut avoir des effets et les sites Natura 2000 susceptibles d'être concernés par ces effets ; lorsque des travaux, ouvrages ou aménagements sont à réaliser dans le périmètre d'un site Natura 2000, un plan de situation détaillé est fourni. » ;
- ▶ « 2° Un exposé sommaire des raisons pour lesquelles le document de planification, le programme, le projet, la manifestation ou l'intervention est ou non susceptible d'avoir une incidence sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ; dans l'affirmative, cet exposé précise la liste des sites Natura 2000 susceptibles d'être affectés, compte tenu de la nature et de l'importance du document de planification, ou du programme, projet, manifestation ou intervention, de sa localisation dans un site Natura 2000 ou de la distance qui le sépare du ou des sites Natura 2000, de la topographie, de l'hydrographie, du fonctionnement des écosystèmes, des caractéristiques du ou des sites Natura 2000 et de leurs objectifs de conservation. ».

Dans l'hypothèse où un ou plusieurs sites Natura 2000 sont susceptibles d'être affectés, l'évaluation des incidences doit être poursuivie et prévoir des mesures pour supprimer ou réduire les effets dommageables. Si des effets dommageables subsistent après cette première série de mesures, des mesures de compensation doivent être mises en œuvre.

### 9.2. Situation géographique

Les communes de Sainte-Gemme-la-Plaine et Saint-Jean-de-Beigné sont concernées par un zonage Natura 2000 Directive Oiseaux (ZPS - FR5212011) « Plaine calcaire du sud Vendée ». Cette zone se situe en bordure sud-est de la RD137, entre les deux centre-bourgs de l'aire d'étude élargie.

La zone Natura 2000 Directive Habitats et Oiseaux (ZPS - FR5410100 et ZSC - FR5200659) « Marais Poitevin » est comprise sur la commune de Sainte-Gemme-la-Plaine, à 300 au sud de la zone d'activités de Sainte-Gemme-la-Plaine et à 600m à l'est des premières habitations de la commune.

A031 – Cigogne blanche	A082 – Busard Saint-Martin	A133 – Œdicnème criard
A073 – Milan noir	A084 – Busard cendré	A140 – Pluvier doré
A074 – Milan royal	A098 – Faucon émerillon	A272 – Gorgebleue à miroir
A080 – Circaète Jean-le-Blanc	A103 – Faucon pèlerin	A338 – Pie-grièche écorcheur
A081 – Busard des roseaux	A128 – Outarde canepetière	

### 9.3.2. ZSC et ZPS « Marais Poitevin »

Une des grandes zones humides du littoral franco-atlantique. Intérêt écosystémique (pour les oiseaux notamment) et phytocénotique remarquable avec l'enchaînement successif d'ouest en est selon un gradient décroissant de salinité résiduelle dans les sols d'un système de végétation saumâtre à un système méso-saumâtre, puis oligo-saumâtre et enfin doux; chacun de ces systèmes étant caractérisé par des combinaisons originales de groupements végétaux dont certains sont synendémiques des grands marais littoraux centre-atlantiques (importance surtout de la zone oligo-saumâtre où se côtoient des cortèges floristiques "opposés" générant des combinaisons très originales d'espèces végétales). Des formations plus ponctuelles mais d'un grand intérêt - dunes, tourbières alcalines, pelouses calcicoles à orchidées - contribuent par ailleurs à la biodiversité globale du site. Très grande importance mammalogique comme zone de résidence permanente de la Loutre (rôle fondamental du réseau primaire, secondaire et tertiaire des fossés et canaux à dense végétation aquatique). Cortège d'invertébrés également très riche avec, entre autres, de belles populations de *Rosalia alpina*, coléoptère prioritaire, etc.

Une des zones humides les plus touchées par les mutations de l'agriculture durant les 3 dernières décennies : de vastes espaces de prairies naturelles extensives drainées et reconverties en cultures céréalières intensives avec des effets indirects importants d'altération de la qualité des eaux des fossés, d'appauvrissement de la végétation aquatique etc.

Sur les zones tidales, les projets d'extension des concessions aquacoles constituent également une menace non négligeable.

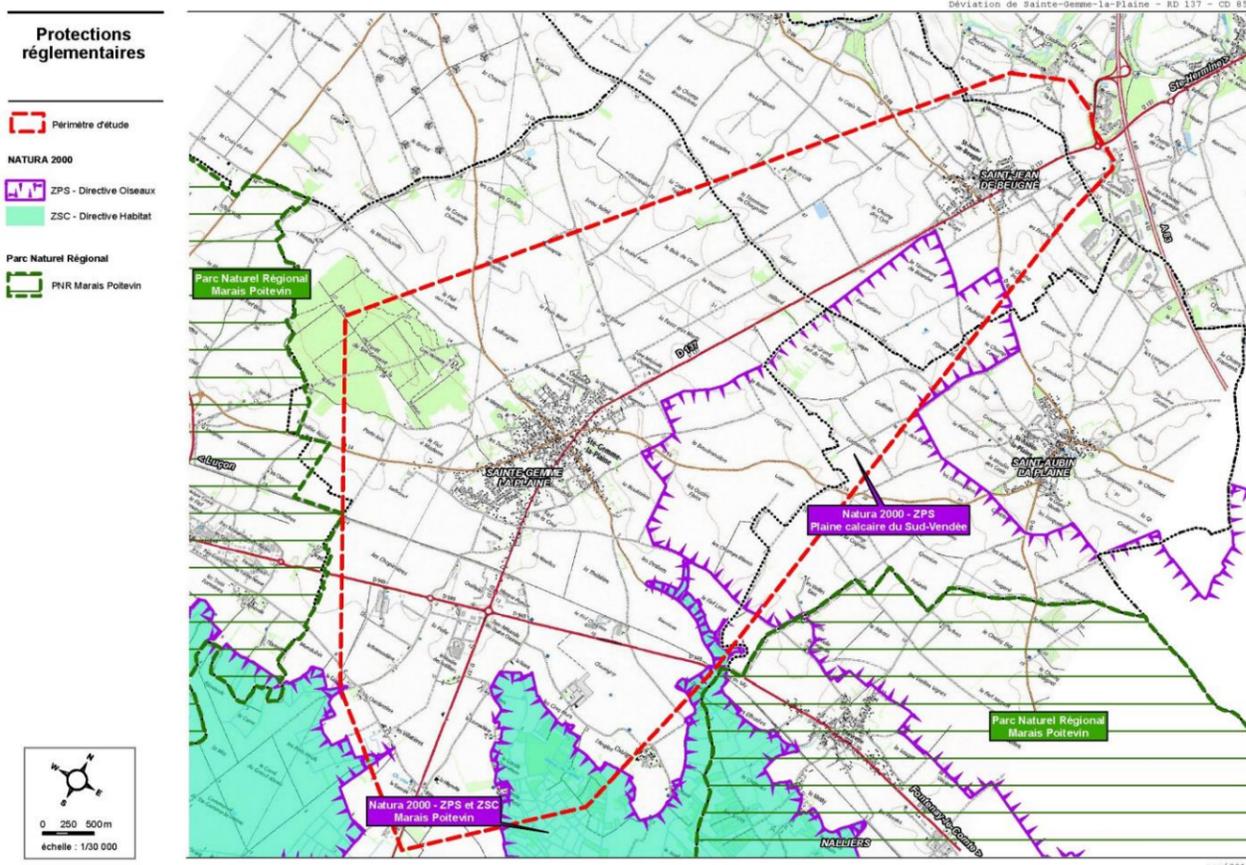
Aux marges est du site les tourbières alcalines du Bourdet et de Prin-Deyrançon - de surface minime - sont très exposées de même à l'intensification agricole périphérique (maïs irrigué) qui provoque une nette baisse de la nappe phréatique et permet la minéralisation de la tourbe.

Sur le littoral sableux une forte pression touristique estivale génère les dégradations directes - piétinement, dérangements de la faune - ou indirectes - infrastructures routières, projets immobiliers etc - classiques sur ce type d'espace.

En "Venise verte", l'extension de la populiculture aux détriments de la frênaie alluviale ou des prairies naturelles était également un sujet de préoccupation. La prolifération récente des espèces exotiques animales - Ragondin - ou végétales - *Ludwigia peploides* - provoquent des dysfonctionnements dans les biocénoses.

Parmi les habitats répertoriés à la ZSC, quatre sont prioritaires :

- ▶ 1150 – Lagunes côtières (954,9 ha)
- ▶ 2130 – Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises) (2 864,7 ha)
- ▶ 7210 – Marais calcaires à *Cladium mariscus* et espèces du *Caricion davallianae* (2 ha)
- ▶ 91E0 – Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (477,45 ha)



## 9.3. Description des sites Natura 2000

### 9.3.1. ZPS « Plaine calcaire du sud Vendée »

La plaine céréalière du sud Vendée est un des derniers endroits où se reproduit l'Outarde canepetière en Vendée. Cette espèce est protégée, inscrite à l'annexe I de la direction Oiseaux, et considérée comme en danger (liste rouge UICN France). Elle était fréquente dans la plaine au XIXème siècle et risque de disparaître du département dans les prochaines années si des mesures ne sont pas prises d'urgence. En effet, de 27 mâles chanteurs en 1989, on est passé à 7 à 12 mâles en 1995 puis à 6 mâles en 2000 (GONIN et YOU 2000). La cause principale de la raréfaction de l'espèce est probablement l'accroissement de la taille des parcelles lors des remembrements, qui permet le développement de la monoculture intensive, récoltée précocement. Le secteur est également intéressant pour la reproduction du Busard cendré, de l'Œdicnème criard et de la Pie-grièche écorcheur, figurant tous trois à l'annexe I. Par ailleurs, la zone accueille également des espèces qui ne figurent pas à l'annexe I mais qui sont intéressantes pour la région : le Moineau soulcie par exemple, occupe ici une de ses places les plus septentrionales.

En hivernage et passage, non loin du littoral atlantique, la plaine voit passer chaque année plusieurs centaines d'oiseaux migrateurs. Elle accueille notamment des rassemblements post-nuptiaux d'outardes et d'œdicnèmes. La Cigogne blanche, la Grue cendrée, le Milan noir, etc. y sont régulièrement observées en halte migratoire. Les champs labourés sont favorables à l'accueil du Pluvier doré et du Vanneau huppé en hiver (plusieurs milliers viennent s'alimenter et se reposer dans les labours).

Plusieurs espèces inscrites à l'annexe de la Directive Oiseaux sont présentes dans la ZPS :

Plusieurs espèces inscrites à l'annexe II de la Directive Habitats sont présentes dans la ZSC :

<b>Mammifères</b>		
1303 – Petit rhinolophe	1355 – Loutre d'Europe	1356 – Vison d'Europe
1324 – Grand Murin		
<b>Reptiles</b>		
1220 – Cistude d'Europe		
<b>Amphibiens</b>		
1166 – Triton crêté		
<b>Poissons</b>		
1095 – Lamproie marine	1106 – Saumon atlantique	1149 – Loche de rivière
1102 – Grande Alose	1096 – Lamproie de Planer	5339 - Bouvière
1103 – Alose feinte	1099 – Lamproie de rivière	
<b>Invertébrés</b>		
1041 – Cordulie à corps fin	1083 – Lucane cerf-volant	1088 – Grand Capricorne
1044 – Agrion de Mercure	1087 – Rosalie des Alpes	6199 – Ecaille chinée
1060 – Cuivré des marais		
<b>Plantes</b>		
1428 – Marsilée à quatre feuilles		

Plusieurs espèces inscrites à l'annexe de la Directive Oiseaux sont présentes dans la ZPS :

A001 – Plongeon catmarin	A080 – Circaète Jean-le-Blanc	A177 – Mouette pygmée
A002 – Plongeon arctique	A081 – Busard des roseaux	A189 – Sterne hansel
A003 – Plongeon imbrin	A082 – Busard Saint-Martin	A190 – Sterne caspienne
A007 – Grèbe esclavon	A084 – Busard cendré	A191 – Sterne caugek
A021 – Butor étoilé	A094 – Balbuzard pêcheur	A193 – Sterne pierregarin
A022 – Bihoreau gris	A098 – Faucon émerillon	A194 – Sterne arctique
A023 – Blongios nain	A103 – Faucon pèlerin	A195 – Sterne naine
A024 – Crabier chevelu	A119 – Marouette ponctuée	A196 – Guifette moustac
A026 – Aigrette garzette	A121 – Marouette de Baillon	A197 – Guifette noire
A027 – Grande Aigrette	A122 – Râle des genêts	A222 – Hibou des marais
A029 – Héron pourpré	A127 – Grue cendrée	A224 – Engoulevent d'Europe
A030 – Cigogne noire	A128 – Outarde canepetière	A229 – Martin-pêcheur d'Europe
A031 – Cigogne blanche	A131 – Echasse blanche	A234 – Pic cendré
A034 – Spatule blanche	A132 – Avocette élégante	A243 – Alouette calandrelle
A037 – Cygne de Bewick	A133 – Œdicnème criard	A255 – Pipit rousseline
A038 – Cygne chanteur	A138 – Gravelot à collier interrompu	A272 – Gorgebleue à miroir
A045 – Bernache nonnette	A139 – Pluvier guignard	A294 – Phragmite aquatique
A072 – Bondrée apivore	A140 – Pluvier doré	A302 – Fauvette pitchou
A073 – Milan noir	A166 – Chevalier sylvain	A338 – Pie-grièche écorcheur
A074 – Milan royal	A170 – Phalarope à bec étroit	
A075 – Pygargue à queue blanche	A176 – Mouette mélanocéphale	

<sup>14</sup> ARTHUR L., LEMAIRE M., 2009. Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse. Biotope, Mèze (Collection Parthénope) ; Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 544 p.

### 9.3.3. Incidences et démarche ERC

La circulaire du 15 avril 2010 relative à l'évaluation des incidences Natura 2000 permet d'identifier les réponses à obtenir pour déterminer si une activité est susceptible de porter atteinte aux objectifs de conservation d'un ou plusieurs sites.

La circulaire précise aussi dans le chapitre « Évaluation préliminaire » que :

« Pour une activité se situant à l'extérieur d'un site Natura 2000, si, par exemple, en raison de la distance importante avec le site Natura 2000 le plus proche, l'absence d'impact est évidente, l'évaluation est achevée. »

Le site du projet se situe à moins de 2 km de la ZSC/ZPS « Marais Poitevin » et à quelques mètres de la ZPS « Plaine calcaire du sud Vendée ».

Les capacités de déplacement des deux espèces de chauves-souris présentes dans la ZSC et/ou leur habitat de chasse ont été recherchées afin d'évaluer de possibles incidences. Le tableau ci-dessous présentent ces éléments<sup>14</sup>.

Pour rappel, le projet est distant de moins de 2 km de la ZSC.

Espèce	Commentaires
Petit Rhinolophe	90% des territoires de chasse sont inclus dans un rayon de 2,5 km autour du gîte
Grand Murin	Son milieu idéal est constitué de vieilles forêts caduques, hêtraies à litière sèche, chênaies anciennes ou mixtes avec des canopées épaisses. Le rayon moyen de dispersion est de 10 à 15 km du gîte

**Ainsi le Petit Rhinolophe et le Grand Murin peuvent se déplacer régulièrement jusqu'au site du projet depuis la ZSC. Mais ni leurs habitats, ni leurs territoires de chasses ne sont présents sur le site d'étude. En effet, Le Grand Murin préférera les grandes forêts mixtes (chênaies-charmaies, hêtraies...) pour chasser quant au Petit Rhinolophe, il favorisera les haies, les alignements arborés et les longs murs.**

**À la vue de ces éléments, il n'est pas attendu d'incidences sur les espèces de chauves-souris inscrites à la ZSC.**

**Concernant les autres espèces inscrites sur l'annexe II de la Directive Habitats présentes dans la ZSC (reptiles, amphibiens, poissons, invertébrés, plantes et autres mammifères), ils ne seront pas impactés par le projet.** En effet, leurs habitats, ne sont pas non plus présents au sein de l'aire, celle-ci majoritairement constituée de plaines agricoles. Les espèces mentionnées dans l'annexe se développent majoritairement au cœur du Marais Poitevin, dans les prairies humides, marécageuses, cours d'eau, roselières. Ces habitats ne sont pas présents dans la zone d'étude. Les incidences sont donc nulles.

L'aire d'étude est située proche de deux ZPS dont une où le tracé frôle la délimitation de la ZPS « Plaines calcaires du sud Vendée ». Les incidences concernent principalement les oiseaux de plaines céréalières, agricoles. Par conséquent, les cortèges d'oiseaux marins, de limicoles, d'ardéidés et des oiseaux liés aux milieux humides/aquatiques ne seront pas impactés par le projet. Les grands échassiers comme les grues et les cigognes ainsi que les rapaces ne seront pas non plus impactés par le projet en raison de leur absence de l'aire d'étude.

L'Outarde canepetière, le Pluvier guignard et le Pluvier doré sont des espèces de grandes cultures mais leurs présences sont rares dans la région et elles n'ont pas été inventoriées au sein de l'aire d'étude. Ainsi l'incidence pour ces espèces est nulle.

**Ce sont ainsi les espèces de prairies agricoles, locales et celles qui se reproduisent à proximité du projet qui seront les plus impactés par le projet :**

- ▶ Busard cendré
- ▶ Œdicnème criard

Espèces	Incidence		Busard cendré, Œdicnème criard : <b>Fort</b> autres espèces : Nulle	Direct Indirect		Temporaire Permanent		Court/Moyen/Long terme		
	Enjeu									
Busard cendré	<b>Fort</b>		<b>Impact fort</b>	X	X	X	X	-	-	X
Œdicnème criard	<b>Fort</b>		<b>Impact fort</b>	X	X	X	X	-	-	X
Autres espèces	<b>Fort</b>		Impact nul	-	-	-	-	-	-	-

Comme indiqué au chapitre 7.3, l'impact du projet concernant le Busard cendré et l'Œdicnème criard est limité avec pour ces deux espèces un seul couple impacté indirectement (réduction de l'espace vitale via un impact sur des parcelles cultivées).

La mesure de réduction R7 visant à limiter les travaux de préparation (défrichage/débroussaillage, les plus impactant pour la faune) à la période septembre-octobre permettra d'éviter tout impact direct sur des nichées. De plus les travaux de terrassement au sein des parcelles cultivées sera limité à la période allant du 1er septembre au 31 mars. Enfin, la mesure compensatoire C2 (voir chapitre 7.3) permettra le maintien d'une surface minimale de 1ha de terre agricole favorable à la nidification des deux espèces.

Il est également à noter que le projet emprunte en grande partie (tronçon entre Saint-Jean-de-Beugné et Sainte-Gemme-la-Plaine) la voirie existante en l'élargissant. Limitant ainsi le phénomène de rupture de corridor.

Les deux tronçons de tracé neuf sont situés : l'un à l'est de Saint-Jean-de-Beugné en bordure du bourg (zone peu favorable à l'avifaune de plaines) et l'autre à l'est de Sainte-Gemme-la-Plaine sur un secteur où ces deux espèces sont absentes).

L'effet de rupture de corridor (pour ces espèces y étant déjà peu sujette car évoluant en milieux très ouverts) est donc faible.

Ainsi, l'impact final sur les populations d'Œdicnème criard et de Busard cendré au sein de l'aire d'étude (joutant le site Natura 2000) est négligeable et n'est pas de nature à remettre en cause leur conservation à l'échelle du site Natura 2000.

**Le projet d'aménagement du contournement de Sainte-Gemme-la-Plaine ne remet pas en cause le maintien en bon état de conservation des populations d'espèces et habitats d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation de la ZSC « Marais Poitevin ».**  
**En revanche, le tracé prévu par le projet frôle les délimitations de la ZPS « Plaine calcaire du sud Vendée », les espèces de l'annexe II de la Directive Oiseaux associés aux grandes cultures seront impactés. Le Busard cendré et l'Œdicnème criard seront impactés à la marge (réduction d'habitats pour un couple de chacune de ces espèces).**  
**Les mesures mises en place (travaux préparatoires hors période de reproduction et mesure compensatoire visant ces deux espèces) permettent d'avoir un impact final négligeable.**

**Le projet n'aura donc pas d'impact notable sur le réseau local des sites Natura 2000.**

**Tableau 63 : Évaluation des incidences sur le réseau Natura 2000**

LE PROJET RISQUE-T-IL ?	ZPS	ZSC
De retarder ou d'interrompre la progression vers l'accomplissement des objectifs de conservation du site ?	Non	Non
De déranger les facteurs qui aident à maintenir le site dans des conditions favorables ?	Non	Non
D'interférer avec l'équilibre, la distribution et la densité des espèces clés qui agissent comme indicateurs de conditions favorables pour le site ?	Non	Non
De changer les éléments de définition vitaux (équilibre en aliments par exemple) qui définissent la manière dont le site fonctionne en tant qu'habitat ou écosystème ?	Non	Non
De changer la dynamique des relations (entre par exemple sol et eau ou plantes et animaux) qui définissent la structure ou la fonction du site ?	Non	Non
D'interférer avec les changements naturels prédits ou attenus sur le site (par exemple la dynamique des eaux ou la composition chimique) ?	Non	Non
De réduire la surface d'habitats clés ?	Non	Non
De réduire la population d'espèces clés ?	Non	Non
De changer l'équilibre entre les espèces ?	Non	Non
De réduire la diversité du site ?	Non	Non
D'engendrer des dérangements qui pourront affecter la taille des populations, leur densité ou l'équilibre entre les espèces ?	Non	Non
D'entraîner une fragmentation ?	Non	Non
D'entraîner des pertes ou une réduction d'éléments clés (par exemple la couverture arboricole, l'exposition aux vagues, les inondations annuelles, etc.) ?	Non	Non

## 10. Vulnérabilité du projet

La définition de la vulnérabilité est donnée par le GIEC, comme étant « la propension ou la prédisposition à subir des dommages. La vulnérabilité englobe divers concepts ou éléments, notamment les notions de sensibilité ou de fragilité et l'incapacité de faire face et de s'adapter ».

### 10.1. Vulnérabilité du projet au changement climatique

Source : Météo France, Climat passé et futur, Climat HD

Selon le 6ème rapport du GIEC, le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950 beaucoup de changements observés sont sans précédent. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s'est élevé. Des changements ont été constatés depuis 1950 environ en ce qui concerne bon nombre de phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Certains de ces changements ont été attribués aux activités humaines, notamment la diminution des extrêmes de froid, l'augmentation des extrêmes de chaleur, la hausse des niveaux extrêmes de pleine mer et la multiplication des épisodes de fortes précipitations dans diverses régions.

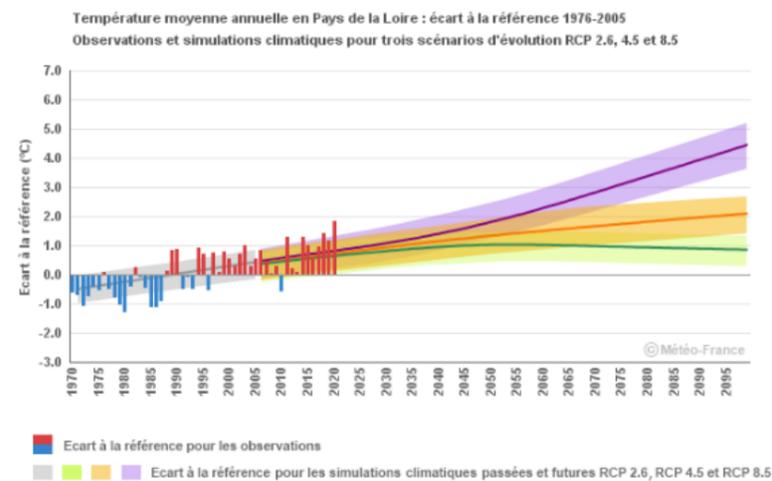
Les changements climatiques auront des impacts directs ou indirects majeurs pour l'ensemble des territoires, que ce soit sur les activités anthropiques ou sur les écosystèmes, certains d'entre eux pouvant être particulièrement affectés.

Cinq enjeux clés communs à l'ensemble des régions françaises et potentiellement interdépendants ont été identifiés (gestion des ressources en eau, biodiversité et production de biomasse, santé humaine, risques naturels ou technologiques).

Les prévisions climatiques pour la région des Pays de la Loire sont les suivantes :

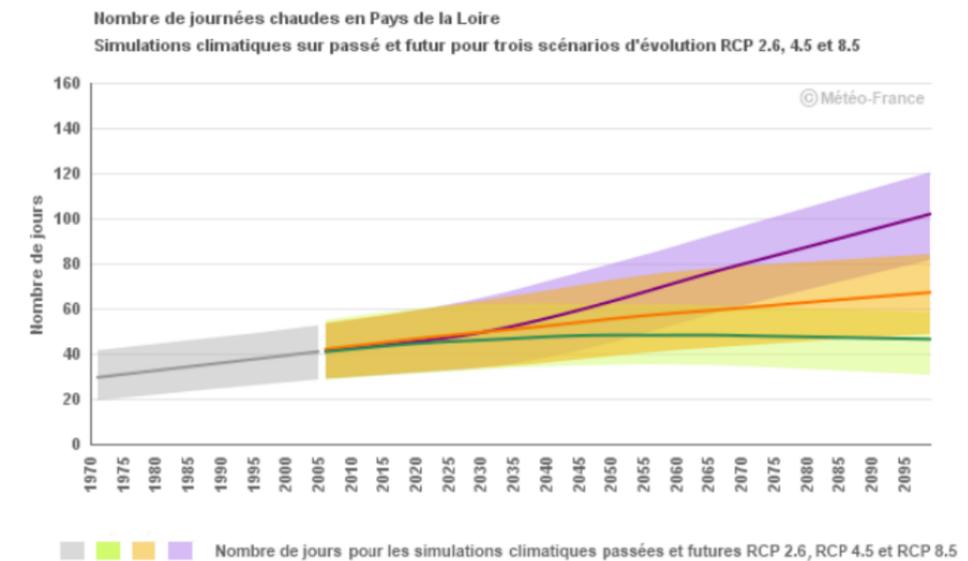
- ▶ Températures – L'évolution des températures moyennes annuelles dans les Pays de la Loire montre un net réchauffement depuis 1959. Sur la période 1959-2009, la tendance observée sur les températures moyennes annuelles se situe entre +0,2 °C et +0,3 °C par décennie.
- ▶ En Pays de la Loire, les projections climatiques montrent une poursuite du réchauffement jusqu'aux années 2050, quel que soit le scénario.
- ▶ Sur la seconde moitié du XXIe siècle, l'évolution de la température moyenne annuelle diffère significativement selon le scénario considéré. Le seul qui stabilise le réchauffement est le scénario de faibles émissions (RCP152.6). Selon le scénario de fortes émissions (RCP8.5), le réchauffement pourrait dépasser 4,4°C en fin de siècle.

Figure 215 : prévisions climatiques en Pays de la Loire - températures



- ▶ Précipitations –Le cumul annuel des précipitations en Pays de la Loire varie largement d'une année à l'autre, variabilité qui persistera au cours du XXIe siècle. Indépendamment de cette variabilité, les projections climatiques n'indiquent que peu d'évolution des cumuls annuels d'ici la fin du XXIe siècle, et ce, quel que soit le scénario d'émissions considéré. Des tendances plus marquées se dessinent à l'échelle des saisons.
- ▶ Phénomènes de journées chaudes et vagues de chaleur – En Pays de la Loire, les projections climatiques montrent une augmentation du nombre de jours chauds en lien avec la poursuite du réchauffement. Sur la seconde moitié du XXIe siècle, cette augmentation diffère selon le scénario considéré. À l'horizon 2071-2100, la hausse serait de l'ordre de 28 jours par rapport à la période 1976-2005 selon le scénario d'émissions modérées (RCP4.5) et de 55 jours selon le scénario de fortes émissions (RCP8.5). Le seul qui stabilise l'augmentation est le scénario de faibles émissions (RCP2.6).

Figure 216 : prévisions climatiques en Pays de la Loire – nombre de journées chaudes



Le projet est donc potentiellement soumis dans les années à venir à des températures plus élevées et à une augmentation des journées chaudes et vagues de chaleur. Ces phénomènes peuvent avoir des conséquences sur le revêtement de l'infrastructure, en créant un amollissement, des déformations, des fissurations, des orniérages.

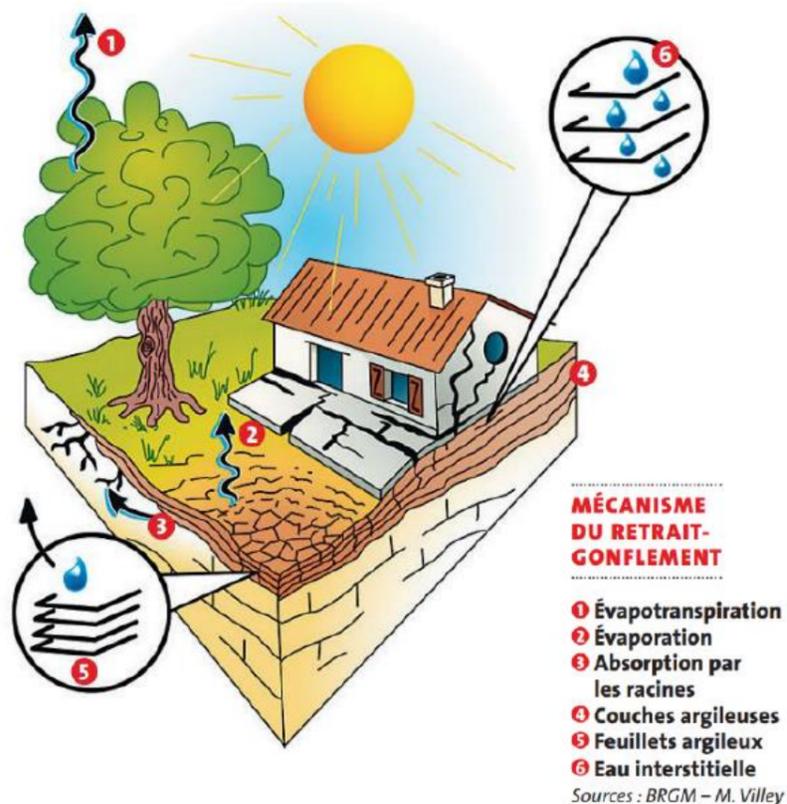
Au besoin, le gestionnaire prendra toutes les précautions nécessaires avec des solutions d'adaptation de l'entretien (suivi de l'état de l'infrastructure, plus fréquent, adaptation du niveau d'entretien...).

<sup>15</sup> RCP : Representative Concentration Pathways – profils représentatifs d'évolution de concentration de GES

### Vulnérabilité au risque de retrait-gonflement des argiles

Le réchauffement climatique aura pour effet d'accroître le phénomène de retrait /gonflement des argiles. Rappelons qu'un aléa moyen de retrait gonflement des argiles est présent au niveau de la zone d'étude. Certains minéraux argileux présents dans les sols peuvent varier de volume en fonction de la teneur en eau des terrains. Ils se « rétractent » lors des périodes de sécheresse (phénomène de « retrait ») et gonflent lorsqu'ils sont à nouveau hydratés (phénomène de « gonflement »). Ces mouvements sont lents, mais ils peuvent atteindre une amplitude assez importante pour endommager les bâtiments localisés sur ces terrains. Les dommages classiquement notés sont des fissures dans les murs ou terrasses des habitations ou autres constructions, comme l'explique le Bureau de recherches Géologiques et Minières (BRGM) :

Figure 217 : Schéma du phénomène de retrait-gonflement des argiles



Source : BRGM

Dans le cadre du projet, et compte tenu des aménagements spécifiques réalisés, les impacts sont peu significatifs.

### Vulnérabilité au risque de remontée de la nappe phréatique

Les prévisions climatiques peuvent avoir une incidence sur le risque de remontée de nappe phréatique. Le secteur d'étude est concerné par un risque inondation par remontée de nappe fort sur certains secteurs du site d'étude. Ainsi, le projet présente une vulnérabilité au risque de remontée de la nappe phréatique.

Cependant, comme évoqué précédemment dans le document d'incidences, le projet a pris en compte ce risque par la mise en place d'ouvrages de transparence hydraulique permettant l'écoulement des eaux souterraines en surface lors des périodes de débordement de nappe. Ainsi, les eaux s'écouleront vers les milieux en aval sans présenter de risque de débordement pour l'infrastructure routière.

## 10.2. Vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes

### 10.2.1. Vulnérabilité du projet au risque parasismique

La zone sismique du terrain d'implantation est en catégorie 3 (risque modéré). Aucune réglementation parasismique spécifique aux routes n'est imposée. La vulnérabilité du projet au risque parasismique est donc considérée comme nulle.

### 10.2.2. Vulnérabilité au risque de transport de matières dangereuses

Le risque de transport de matières dangereuses (TMD) est consécutif à un accident se produisant lors du transport de matières dangereuses par voie routière, ferroviaire, aérienne, d'eau ou par canalisation.

Actuellement, les infrastructures routières concernées sont l'A83, la RD137 et la RD949, empruntées par des poids lourds pouvant potentiellement représenter un risque de TMD.

La voie ferroviaire s'oriente sur un axe ouest-est et vient couper la RD137 et la RD949 elle parcourt des zones habitées. Elle représente un risque de TMD puisque, comme la RD137 et la RD949 elle parcourt des zones habitées.

Enfin, la canalisation de gaz est orientée sur un axe nord-est – sud-ouest à l'est du centre-bourg de Sainte-Gemme-la-Plaine. Le réseau principal s'interrompt au niveau de l'intersection entre la voie ferroviaire et la RD137, au nord de la zone d'activité des Quatre Chemins.

Le risque de transport de matières dangereuses sera présent sur les futures infrastructures routières créées, comme c'est le cas aujourd'hui sur les voiries empruntées par les poids-lourds.

L'impact est considéré comme négligeable, aucune mesure n'est à mettre à œuvre.

Enjeu	Incidence	Incidence faible à nulle		Direct		Indirect		Temporaire		Permanent		Court/Moyen/Long terme	
		Impact initial négatif négligeable											
Enjeu faible		Impact initial négatif négligeable											

Cependant, il est utile de rappeler que le projet améliore considérablement la situation actuelle en réduisant les risques liés à la circulation et en améliorant la sécurité des déplacements tant pour les véhicules légers que pour les poids-lourds (suppression de la traversée des centres-bourgs de Sainte-Gemme-la-Plaine et de Saint-Jean-de-Beigné du trafic des poids-lourds en simple transit, création de carrefours giratoires sur les voies de contournement, suppression des accès directs à la RD137).

Par ailleurs, le recueil des eaux de la plateforme routière dans des bassins de stockage permettra de confiner les éventuelles pollutions accidentelles.

## 11. Analyses spécifiques pour les infrastructures de transport

### 11.1. Analyse des conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation

L'objectif des aménagements est d'améliorer la desserte de Luçon par un axe permettant une circulation rapide, fluide et sécurisée mais également contribuer à la sécurisation des traversées des deux bourgs et améliorer le cadre de vie de ces habitants.

Compte tenu des aménagements retenus et de leur localisation, la mise à 2x2 voies sur Sainte-Gemme-La-Plaine et Saint-Jean-de-Beigné et l'aménagement sur place entre la section entre les deux communes n'auront pas d'impact négatif sur le développement de l'urbanisation.

- ▶ **Sur la section en tracé neuf sur Saint-Jean-de-Beigné**, sur le rond-point au Nord, le secteur est déjà classé en zone U avec la présence d'une Zone d'activité est déjà existante et son extension déjà inscrite. Cette nouvelle voie va assurer une meilleure visibilité de la ZA. Sur le reste de cette section le zonage est agricole et sa vocation restera agricole.
- ▶ **Sur la section en ASP** (Aménagement sur place entre les deux communes la majorité du secteur est en zone agricole et à vocation à le rester. Le secteur U au niveau de la zone d'activité de Champéreau est déjà existante et avec possibilité d'extension en arrière déjà inscrite au plu et étant déjà desservie par un giratoire.
- ▶ **Sur le tracé neuf de Sainte-Gemme-La-Plaine** ; cette nouvelle voie permet de dévier le trafic et les poids lourds en dehors du bourg. Le nouveau tracé et la création d'un giratoire au centre de la ZA des 4 chemins permet d'accéder directement à la ZAC et permettant une meilleure répartition du trafic entre les destinations géographique des véhicules. Le reste de ce tracé neuf est classé en zone agricole et sa vocation restera agricole.

### 11.2. Analyse des enjeux écologiques et des risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers

L'avis de la Commission Départementale d'Aménagement Foncier sera requis sur la nécessité d'engager une procédure d'Aménagement Foncier Agricole et Forestier ou des échanges agricoles et/ou foncier à l'amiable. Dans le 2ème cas, le Département de la Vendée s'appuiera sur la Chambre d'agriculture.

### 11.3. Analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité

Le cadre général d'évaluation des projets de transport est fixé par l'Instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport (circulaire Royal).

La note technique du 27 juin 2014 de la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) présente la méthode et le cadre général d'évaluation. Elle est complétée des fiches-outils, datées du 1er octobre 2014, qui précisent les hypothèses et valeurs tutélaires à prendre en compte pour mener à bien les bilans socio-économiques.

#### 11.3.1. Coûts liés à la pollution atmosphérique

La valorisation de la pollution atmosphérique locale s'appuie sur les valeurs tutélaires fournies dans les fiches-outils de la circulaire de la DGITM, dans sa version du 3 mai 2019.

Les coûts liés à la pollution atmosphérique dépendent de la concentration de polluants et de la densité de population dans les zones impactées. Cela conduit à retenir des valeurs de coûts différentes selon le milieu considéré (en milieu rural, en milieu urbain, etc...).

Le tableau suivant précise le coût de la pollution (en €/100 véh.km) pour chacune des catégories de véhicules et pour chacun des seuils d'urbanisation.

**Tableau 64 : coût de la pollution atmosphérique par catégorie de véhicules**

€/2015/100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
VUL	19,8	5,6	2,4	2,0	1,7
PL diesel	133,0	26,2	12,4	6,6	4,4
Deux roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Source : Note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport et fiches outils associées du 3 mai 2019

Le choix du seuil d'urbanisation est défini dans le tableau ci-après.

	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
Fourchette (hab/km <sup>2</sup> )	< 37	37-450	450-1500	1500-4500	>4500
Densité moyenne (hab/km <sup>2</sup> )	25	250	750	2 250	6 750

Source : Note technique du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport et fiches outils associées du 3 mai 2019

La densité de population sur la commune de Saint-Jean-de-Beigné s'élève à 45,2 hab/km<sup>2</sup> en 2020 (source : INSEE) et à 57,9 hab/km<sup>2</sup> sur la commune de Sainte-Gemme-la-Plaine. Aussi le seuil d'urbanisation retenu est « urbain diffus ».

Les valeurs de la pollution atmosphérique évoluent (par rapport à la valeur de référence de 2015) selon deux grandeurs dont les effets se combinent :

- ▶ L'évolution du PIB ;
- ▶ L'évolution du parc roulant et donc les émissions unitaires des véhicules le composant.

La fiche outil « scénario de référence » dans sa version du 3 mai 2019 propose des valeurs d'évolution qui ont été retenues dans le cadre de l'étude.

La variation du PIB par habitant est de 1,0% par an en Pays de la Loire pour la période 2015-2050.

La variation des émissions de polluants est donnée dans le tableau suivant :

	VL	PL
2015-2030	- 4,5%	- 4%
2030-2050	- 0,5%	- 2,5%

Coûts liés à la pollution atmosphérique	
2025 - Différence entre état futur avec projet et état futur sans projet	2045 - Différence entre état futur avec projet et état futur sans projet
+ 120€ <sub>2015</sub> (+8%)	+ 101€ <sub>2015</sub> (+7%)

Le projet devrait donc avoir une incidence négative sur les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique.

### 11.3.2. Coûts liés à l'effet de serre additionnel

Les coûts liés à l'effet de serre additionnel sont calculés sur la base d'une valeur du coût de la tonne de CO<sub>2</sub>, et d'une évolution de cette dernière dans le temps préconisé par la note technique de 2014 et la fiche outil « valeurs de référence prescrites pour la calcul socio-économique » de mai 2019, à savoir :

- ▶ 53€<sub>2015</sub> la tonne en 2015,
- ▶ 246€<sub>2015</sub> la tonne en 2030,
- ▶ 491€<sub>2015</sub> la tonne en 2040.

La valeur tutélaire du carbone évolue selon un rythme linéaire entre 2018 et 2030 et entre 2030 et 2040. Au-delà de 2040, le coût du carbone augmente au rythme de 4,5% par an pour atteindre 763€<sub>2015</sub> en 2050 et 1184€<sub>2015</sub> en 2060.

Les résultats des coûts liés à l'effet de serre additionnel dû uniquement au trafic routier sont donnés dans le tableau suivant.

Coûts liés à l'effet de serre additionnel	
2025 - Différence entre état futur avec projet et état futur sans projet	2045 - Différence entre état futur avec projet et état futur sans projet
+404 € <sub>2015</sub>	+2 077 € <sub>2015</sub>

La réalisation du projet conduit à des coûts liés à l'effet de serre additionnel dû au trafic routier de l'ordre de 0.4k€<sub>2015</sub> en 2025 et de 2k€<sub>2015</sub> en 2045.

### 11.3.3. Coûts liés au bruit

Le nombre de personnes exposées en fonction des niveaux sonores diminuent avec la réalisation du projet, du fait de la création des contournements des centres-villes des Saint-Jean-de-Beigné et de Sainte-Gemme-la Plaine. Aussi les coûts liés au bruit diminuent entre les situations avec projet et sans projet.

### 11.3.4. Avantages induits pour la collectivité

Le principal avantage induit pour la collectivité se traduit par une amélioration des conditions de sécurité des déplacements et un risque réduit d'accidents dont avec dommages corporels. Les avantages sont aussi liés à une amélioration de la qualité de l'air dans les bourgs de Sainte-Gemme-la-Plaine et Saint-Jean-de-beigné du fait que les poids lourds passeront sur la nouvelle voie créée et plus par les deux bourgs.

## 11.4. Estimation des consommations énergétiques

Les consommations d'énergie du projet (en phase opérationnelle) sont liées aux circulations routières, c'est-à-dire à la consommation des carburants des véhicules circulant sur la zone d'étude. Les voies prises en considération correspondent à celles de la zone d'étude air (cf. paragraphe 13.3.1).

Elles sont calculées selon la méthode COPERT V, à partir des données de trafics utilisées pour l'étude air. Le détail méthodologique est donné au paragraphe 13.3.1.

Le tableau suivant présente les résultats des calculs de consommation énergétique, aux différents horizons et pour les situations avec et sans projet.

**Tableau 65 : consommations énergétiques en tonnes par an**

Etat initial	2025 Etat futur sans projet	2025 Etat futur avec projet	2025 - Différence en % (Etat futur avec projet - Etat futur sans projet)	2045 Etat futur sans projet	2045 Etat futur avec projet	2045 - Différence en % (Etat futur avec projet - Etat futur sans projet)
8	9	10	8%	38	41	9%

La réalisation du projet entraîne une augmentation des consommations énergétiques de 8% en 2025 et 9% en 2045. Cette augmentation est due à la hausse du nombre de kilomètres parcourus sur l'ensemble de la zone d'étude (véh<sub>x</sub>km).

## 11.5. Description des hypothèses de trafic, des conditions de circulation et des méthodes de calcul

Les études acoustiques et de la qualité de l'air nécessitent l'utilisation de données de trafics pour les horizons actuels (2018), année de mise en service 2025 et +20 ans après la mise en service soit 2045 (avec et sans aménagement du projet).

Les hypothèses de trafics aux horizons 2025 et 2045 se sont appuyées sur les Trafics Moyens Journaliers Annuels de 2018 basé sur des comptages automatiques en période estivale en juillet 2018, des postes cordons en enquête origine, des relevés de remontés de file et de temps de parcours et des observations de terrain pour noter les comportements particuliers aux carrefours. Cela a été complété en situation hivernale en janvier 2019.

Le taux de croissance annuelle des flux de 2,5% jusqu'en 2025, correspondant aux évolutions observées sur les TMJ ces dernières années à partir des comptages permanents. Les croissances ont été appliquées sur les trafics actuels comptés en 2018 et non pas sur les trafics des stations permanentes.

Le taux de croissance annuelle des flux de 2% entre 2025 et 2045, car il est probable que la place de la voiture parmi les autres modes de déplacements s'atténue quelque peu.

Nota : L'accroissement de trafic ne se répercute pas uniformément sur toutes les voies car des reports de trafics peuvent s'opérer en fonction de l'évolution des conditions de circulation, ce que le modèle permet de prévoir.

## 12. Description des incidences cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés

### 12.1. Définition des « autres projets connus »

L'article R.122-5-II-5 du code de l'environnement dispose que :

« II. – En application du 2° du II de l'article L.122-3, l'étude d'impact comporte les éléments suivants, en fonction des caractéristiques spécifiques du projet et du type d'incidences sur l'environnement qu'il est susceptible de produire : [...] »

5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :

e) Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées.

- ▶ Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés ;
- ▶ Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés ;
- ▶ Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact :
- ▶ Ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une consultation du public ;
- ▶ Ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ».

Les bases de données suivantes ont été consultées :

- ▶ Site de l'Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable (IGEDD) : Avis de l'Autorité Environnementale
- ▶ Avis depuis 2009

<https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/archives-les-avis-depuis-2009-r423.html>

- ▶ Décisions rendues ou en cours d'examen des examens au cas par cas

<https://www.igedd.developpement-durable.gouv.fr/examen-au-cas-par-cas-et-autres-decisions-r432.html>

- ▶ Site de la DREAL Pays de la Loire
- ▶ Avis émis par l'Autorité environnementale

<https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/avis-emis-par-l-autorite-environnementale-r469.html>

<https://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/formulaires-complets-et-decisions-de-l-autorite-r981.html>

### 12.2. Méthodologie de sélection des projets à retenir

La sélection des projets à retenir pour l'étude des effets cumulés a été réalisée selon deux paramètres : le périmètre géographique et le périmètre temporel.

#### 12.2.1. Le périmètre géographique

La définition du périmètre géographique de prise en compte des projets connus a été déterminée en fonction des impacts potentiels du projet et des enjeux propres à la zone d'étude.

Dans le cas du projet, les impacts potentiels peuvent concerner les aires géographiques plus ou moins étendues en fonction de la nature des impacts.

Le périmètre examiné a été fixé à 10 km autour de la zone d'étude. La figure à la page suivante présente les projets listés dans ces 10 km sur lesquels un examen des effets cumulés avec le projet est réalisé. Les enjeux physiques humains, paysagers et environnementaux sont pris en compte.

En effet, seuls les chiroptères et les oiseaux ont une capacité de déplacement importante.

Tous les projets situés en dehors de ce périmètre ne sont pas jugés concernés par les effets cumulés avec le projet.

#### 12.2.2. Le périmètre temporel

Les projets pris en compte sont ceux qui sont connus au moment du dépôt de l'étude d'impact ou du cas par cas, sur la période de 2017 à 2023.

Ainsi, tous les projets antérieurs à 2017, présentés sur la carte à la page suivante ne sont pas pris en compte dans l'analyse des effets cumulés avec le projet.

## 12.3. Sélection des projets à retenir

### 12.3.1. Projets dont l'avis a été rendu par l'IGEDD

Tous les projets dont l'avis a été rendu par l'IGEDD depuis 2017 jusqu'en 2023 (dernière consultation le 27 janvier 2023) ont été recensés et examinés.

Parmi eux, aucun n'est susceptible de se trouver dans le périmètre prédéfini ou de le traverser.

### 12.3.2. Projets soumis à la procédure d'examen au cas par cas et instruit par l'IGEDD

Tous les projets dont l'avis a été rendu par l'IGEDD depuis 2017 jusqu'en 2023 (dernière consultation le 27 janvier 2023) ont été recensés et examinés.

Parmi eux, aucun n'est susceptible de se trouver dans le périmètre prédéfini ou de le traverser.

### 12.3.3. Projets soumis à la procédure d'examen au cas par cas ou dont l'avis a été rendu par le préfet de région, représenté par la DREAL

Tous les projets dont l'avis a été rendu par la DREAL depuis 2017 jusqu'en 2023 (dernière consultation le 27 janvier 2023) ont été recensés et examinés.

Il en est de même pour les projets soumis à la procédure d'examen au cas par cas et instruits par le préfet de région, représenté par la DREAL.

Parmi ces projets ou procédures d'examen au cas par cas, ceux situés dans le périmètre géographique du site (10 km) sont représentés sur la carte à la page suivante.

Figure 218 : Avis de l'autorité environnementale sur les projets soumis à étude d'impact et sur les dossiers d'examen au cas par cas



## 12.4. Incidence cumulée avec le projet

Projet	Type de projet, Date, Avis de l'Autorité environnementale	Présentation du projet	Incidence	Incidence cumulée
Défrichement de deux parcelles d'une forêt privée Moutiers-sur-le-Lay	Examen cas par cas, 2 mai 2019, dispense d'étude d'impact	Défrichement des parcelles contiguës ZD14 et ZD15 d'une forêt privée composée à 90% de résineux (pins maritimes) et à 10% de feuillus environ (érables, merisiers, frênes). Dans la parcelle ZD15, il existe un bâtiment autrefois utilisé en bâtiment de maçonnerie et sans utilisation à ce jour qui restera en l'état à l'issue du défrichement.	Aucune incidence.	Aucune incidence cumulée n'est constatée.
Agrandissement d'une retenue d'eau pour irrigation de cultures spécifiques en conduite biologique Saint-Juire-Champgillon	Examen cas par cas, 2021, 16 février 2021, dispense d'étude d'impact	Le projet est présenté dans le cadre de l'agrandissement d'un étang d'irrigation. Affouillements et exhaussements pour l'agrandissement d'une retenue d'eau à des fins d'irrigation agricole. Prélèvement hivernal des eaux d'écoulement issues de drainage et terres agricoles en périodes hivernales avec complément via un cours d'eau. Un réseau de distribution est existant et la réserve actuelle de 35 000 m <sup>3</sup> est utilisée aujourd'hui pour de l'irrigation.	Le projet tiendra compte des éléments naturels environnants. La doctrine Eviter Réduire Compenser a été appliquée de façon à ne pas impacter de zone humide, ni de haie et conservera les arbres présents à proximité. Pour l'élargissement, 10 saules Marsault seront supprimés et compensés par des plantations. La réglementation oblige la suppression de toute végétation ligneuse sur les digues des plans d'eau, au titre de la sécurité. L'agrandissement de la réserve engendrera la suppression de terres agricoles en propriété de la SCEA Petit Saint Juire. Toutefois l'irrigation permettra le maintien et le développement de l'activité agricole sur le secteur.	En raison de la faible surface du projet et de l'absence d'impacts sur l'environnement et la santé humaine, aucune incidence cumulée n'est constatée.
Création d'un site de production d'isolants naturels - Sainte-Hermine	Examen cas par cas, 30 juin 2021, dispense d'étude d'impact	Création d'un site de fabrication d'isolants (thermiques et phoniques) à base de fibres végétales. Construction d'une usine de fabrication de 8 000 m <sup>2</sup> et de quatre bâtiments de stockage de 2 000 m <sup>2</sup> chacun.	Un diagnostic réalisé sur le terrain en avril 2021 a montré l'absence de zones humides. Le projet s'implante sur une zone prévue pour cet usage, actuellement dans sa grande majorité exploitée en culture, sans intérêt écologique particulier. Le fonctionnement de l'établissement s'accompagnera de flux de véhicules des employés et de flux de poids-lourds livrant les matières premières et évacuant les produits finis. Ces flux sont estimés à 84 VL/jour (répartis sur 24h) et 46 PL/jour. Ces véhicules iront probablement vers la RD137 à 1 km ou l'autoroute à 2 km.	Incidence cumulée négligeable en raison du faible volume de trafics créé par le projet de site de production d'isolants naturels à Sainte-Hermine.

Pour conclure, aucune incidence cumulée n'est constatée entre le projet et les projets alentours développés entre 2017 et 2023.

## 13. Analyse des méthodes utilisées

### 13.1. Démarche générale

L'étude d'impact a pour objectifs principaux :

- ▶ De mettre en évidence les éléments d'état initial du futur aménagement et de son environnement (délimité dans un périmètre d'étude dont l'échelle est adaptée au thème étudié et à sa sensibilité dans le cadre du projet). Les thématiques étudiées sont très variées de manière à appréhender l'environnement de manière globale : socio-économie, paysage, déplacements, milieux physique et naturel, réseaux, risques et nuisances, planification et documents d'urbanisme, servitudes, patrimoine, ...
- ▶ De dégager au regard des caractéristiques de la zone d'implantation, les impacts du projet notamment ceux concernant son environnement proche. L'étude d'impact tient compte des éventuelles interrelations et additions d'impacts ;
- ▶ De définir les conditions d'insertion du projet et le cas échéant les mesures à envisager pour éviter, réduire ou compenser les impacts négatifs du projet.

Ainsi, la méthodologie consiste en une analyse détaillée de l'état actuel du site et de son environnement, réalisée à plusieurs échelles, qui est ensuite confrontée aux caractéristiques des éléments de l'opération, des phases de chantier jusqu'à sa mise en œuvre effective :

- ▶ L'analyse de l'état initial du site et de son environnement a été réalisée à partir d'un recueil de données auprès des administrations, des organismes publics ainsi qu'auprès d'études naturalistes spécifiques complémentaires et d'enquêtes de terrain par différents spécialistes. Les études naturalistes spécifiques ont été réalisées sur la base d'inventaires détaillés de la faune et de la flore, ...
- ▶ L'identification et l'évaluation des incidences du projet ont été mises en évidence par confrontation entre les caractéristiques du projet (emprises, aménagements prévus...) et les enjeux et sensibilités de l'environnement identifiés. Certains impacts sont mesurables et font l'objet d'évaluation chiffrées. D'autres impacts font l'objet d'évaluations qualitatives.

A été envisagé l'ensemble des effets possibles, positifs et négatifs, directs et indirects, temporaires ou permanents, sur place et à distance ou cumulatifs dans le temps et avec les projets voisins connus.

### 13.2. Synthèse bibliographique

Les principaux documents qui ont été exploités dans le cadre de la présente étude sont listés ci-dessous par thématique. Des ressources provenant du Conseil Départemental de Vendée viennent également compléter ces bases de données, notamment sur la présentation du projet.

#### 13.2.1. Milieu humain

L'étude du milieu humain et de la socio-économie s'est basée sur les informations provenant de l'IGN (consultées sur Géoportail), de l'INSEE, du rapport de présentation du SCoT de la Communauté de communes Sud Vendée Littoral, du diagnostic agricole réalisé par la chambre d'agriculture des Pays de la Loire, du RPG 2016, de Vendée expansion.

Les données nécessaires au diagnostic agricole ont été collectées sur le terrain et auprès des agriculteurs du périmètre. Différentes rencontres sur le terrain ont eu lieu :

- ▶ Réunions avec les responsables professionnels agricoles
- ▶ Réunions avec tous les exploitants
- ▶ Réunions de vérification des données
- ▶ Réunions d'ajustement et finalisation des cartographies.

#### 13.2.2. Déplacements

Concernant les déplacements, les informations proviennent de l'étude de trafics réalisée par SCE, du Conseil Départemental de la Vendée, d'Open Street Map, d'*onisr.securite-routiere.gouv.fr*.

#### 13.2.3. Milieu physique et aquatique

L'étude du contexte physique s'est appuyée sur de nombreuses bases de données disponibles sur les sites de Météo France, Climat Vendée, DREAL, GEOS/DHI, Air Pays de la Loire, BASEMIS, OMS, Infoclimat, Google Maps, BRGM, SAGE Sèvre Niortaise Marais Poitevin, Agence de l'eau Loire-Bretagne, ADES, SDAGE Loire-Bretagne.

#### 13.2.4. Risques et nuisances

L'étude des risques et nuisances s'est basée sur les informations de Géoportail, Géorisques (BRGM), du DDRM Vendée, Météo France, IRSN, Inspection des Installations Classées, BASIAS, IGN.

#### 13.2.5. Réseaux, énergies et gestion des déchets

L'étude des réseaux, du secteur énergétique et de la gestion des déchets s'est basée sur le PLUi de la Communauté de communes Sud Vendée Littoral, ANFR, Cartoradio, Schéma Directeur Territorial d'Aménagement Numérique de la Vendée, Vendée le Département, RTE, Géorisques, Teo-PaysdeLaLoire, PCAET CC Vendée Sud Littoral, SRADDET Pays de la Loire, Plan Départemental d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés, CC Sud Vendée Littoral.

#### 13.2.6. Paysage et patrimoines

L'étude du patrimoine historique et paysager s'est basée sur les données du PNR du Marais Poitevin, de l'Atlas des Patrimoines, de la DRAC et d'une étude paysagère associée à des données de l'Atlas des Paysages des Pays de la Loire.

## 13.3. Approche thématique

### 13.3.1. L'étude acoustique

Une étude spécifique sur les nuisances sonores a été menée comprenant :

- ▶ Une évaluation de l'ambiance sonore préexistante, par une campagne de mesures in situ comprenant des points de mesure de longue durée (24h).
- ▶ Une modélisation de l'impact acoustique à l'aide à l'aide du logiciel Mithrasig qui intègre :
  - Les caractéristiques du site acoustique et des voies routières ;
  - Les effets de masquage (présence de bâtiments et effet d'insertion d'un écran) ;
  - Les conditions météorologiques ;
  - Une détermination des mesures compensatoires (dispositifs de protection sonore)

#### Campagne de mesures acoustiques

Afin de quantifier l'ambiance sonore actuelle dans la zone d'étude, seize mesures de la pression acoustique initiale de longue durée (24 heures) du 2 au 10 juin 2020, conformément aux la normes NFS-31-085 relative à la caractérisation du bruit routier et la NF S 31-010 relative à la caractérisation et au mesurage des bruits de l'environnement.

Parallèlement aux mesures de la pression acoustique, les principaux paramètres météorologiques (vent en direction et intensité, température de l'air, précipitations et nébulosité) ont été relevés au niveau de la station météo de La Roche-sur-Yon et confirmées (observations ponctuelles) par SCE au droit des sites de mesurage.

#### Appareillages

Les appareillages de mesurage sont de type "intégrateur", et conformes à la classe 1 des normes NF EN 60651 (indice de classement : NF S 31-009) et NF EN 60804 (indice de classement : NF S 31-109). Ils permettent la détermination directe du niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A.

Les chaînes de mesures utilisées pour procéder à l'acquisition des données sont de conception ACOEM et Brüel & Kjaer et appartiennent toutes à SCE.

#### Modélisation de la zone d'étude

- ▶ Généralités sur le logiciel de modélisation

L'aire d'étude est modélisée à l'aide du logiciel de calculs automatiques MithraSIG dans sa version 5.2 de septembre 2019 pour l'état initial et dans sa version 5.6 de février 2023 pour l'étude prévisionnelle acoustique.

Le logiciel utilise le code de calculs "NMPB 2008" (Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit), qui intègre l'effet des conditions atmosphériques sur la propagation des sons. Le logiciel est ainsi conforme aux prescriptions de la norme NF XP 31-133 de février 2007, relative au calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques.

Il permet en particulier de :

- ▶ Discriminer les contributions sonores ;
- ▶ Déterminer le niveau sonore en différents points récepteurs ;
- ▶ Choisir et dimensionner les protections acoustiques permettant de satisfaire un objectif de protection ;
- ▶ Simuler différents types de trafic.

Les principaux paramètres de calcul utilisés pour l'étude sont les suivants :

- ▶ Chemin de propagation : 1000 m par rapport au point de calcul ;
- ▶ Ordre de réflexion : ordre 3 pour les courbes isophones et les points récepteurs en façade ;
- ▶ Sol : semi-absorbant ;
- ▶ Hauteur des points de calcul : en fonction des ouvertures sur les bâtiments.
- ▶ Occurrences météorologiques forfaitaires.

De manière générale, l'incertitude des résultats issus de la modélisation acoustique est estimée à plus ou moins un décibel(A).

#### Application

Le modèle numérique MithraSIG est constitué en 4 étapes :

- ▶ Création du modèle de terrain (courbes de niveaux et points cotés) ;
- ▶ Création de la couche « bâtiment » par digitalisation (BdTopo et OpenStreetMap) ;
- ▶ Création de la couche « voirie » avec affectation du trafic et de la vitesse sur les différents segments sources ;
- ▶ Positionnement des points récepteurs par maillage et en façade des bâtiments.

#### Etalonnage du modèle

Une fois le modèle créé, SCE procède à la validation de celui-ci en comparant les niveaux sonores mesurés et ceux calculés par le logiciel au droit des points de mesures.

Compte tenu des résultats obtenus [écart inférieur ou égal à 2 dB(A) admissible], on peut considérer que le modèle numérique représente bien la réalité du site acoustique.

#### Données d'entrée

- ▶ Trafics et vitesses sur les voiries

Les trafics utilisés pour l'élaboration de la cartographie de courbes isophones à l'état initial dans la zone d'étude correspondent aux trafics routiers mesurés pendant les sessions de mesurages et aux estimations réalisées par SCE pour l'horizon projet en 2045. Les vitesses des véhicules prises en comptes en section courante sont les vitesses réglementaires à l'état initial et de 110km/h pour les véhicules légers et de 90 km/h pour les poids-lourds sur le futur contournement. Pour les giratoires les vitesses des véhicules sont de 30 km/h pour les véhicules légers et 20km/h pour les poids-lourds.

- ▶ Fonds de plan

Les fichiers informatiques utilisés pour la modélisation de l'aire d'étude et le rendu cartographique sont les plans au format .shp fournis par le département.

- ▶ Occupation du sol

Les données correspondantes à l'occupation du sol sont téléchargées via le site Open Street Map (en lien direct avec MithraSIG), et croisés avec les données fournies par le département :

- Bâti existant (type et hauteur de bâtiment, présence de fenêtres de toit et de pignons aveugles...);
- Obstacle pouvant perturber le champ acoustique (merlon, écrans ou mur de clôture...).

## 13.3.2. L'étude trafic – enquêtes de circulation

### 13.3.2.1. Diagnostic

Deux enquêtes de trafic ont été réalisées, la première estivale (juillet et août 2018), la seconde hivernale (janvier 2019), avec l'aide de Mobilis Services, sous-traitant. Les trafics recensés ont fait l'objet d'exploitations et d'analyses aux deux saisons, et ceux d'été étaient globalement plus élevés que ceux d'hiver : 23000 véh/j sur la RD137 un samedi estival, 16000 un jour de semaine estival, 8000 un jour de semaine hivernale. Si la période estivale a fait l'objet d'une attention fine, notamment en termes de conditions de circulation, la période hivernale a également été intégrée aux analyses, pour étudier ses caractéristiques propres et pour être en mesure d'estimer les trafics moyens journaliers.

4 types d'enquêtes de circulations réalisés lors de la période estivale 2018 :

- ▶ Comptages automatiques : 19 postes double sens implantés en section courante et associés ou non aux postes Cordons, sur une amplitude hebdomadaire, pour une majorité du samedi 28/07 à 00h00 au vendredi 03/08 à 24h00, pour les autres du samedi 04/08 à 00h00 (voire du mardi 07/08 à 00h00) au lundi 13/08 à 24h00.
- ▶ Postes Cordon en enquête Origine - Destination : 11 postes double sens implantés sur la RD137 et la plupart des voies sécantes le samedi 28/07, de 10h30 à 12h30 (créneau retenu pour l'exploitation : 11h00-12h00) et de 14h30 à 16h30 (créneau retenu pour l'exploitation : 15h00-16h00).
- ▶ Relevés de remontées de files et mesures de temps de parcours pour pouvoir ultérieurement caler le modèle, complétés par des relevés Google Traffic au pas de 5 minutes,
- ▶ Observations de terrain pour noter les comportements particuliers aux carrefours.
- ▶ Comptages et enquêtes cordon ont fait l'objet de distinctions entre poids lourds et automobiles.

De plus, des données extraites des postes de comptages permanents ont été fournies par le Département de la Vendée.

### 13.3.2.2. Projection et modélisation

Le rapport présente les prévisions de trafics à l'horizon de mise en service des aménagements alors communiqué par le Maître d'Ouvrage, à savoir 2025, puis à m.e.s. + 20 ans, correspondant à 2045. Cette date mise en service va être décalée, mais les conclusions des études de trafic seront similaires à celles du rapport. Concernant le trafic de référence, appelé également « fil de l'eau », il a été établi à offre constante mais à demande évolutive. Pour l'estimer, l'évolution des trafics à partir des comptages permanents sur la décennie 2010 a permis d'identifier un étalonnage. Ainsi, les trafics au fil de l'eau intègrent une croissance annuelle des flux de l'ordre de 2,5% jusqu'en 2025, correspondant aux évolutions observées sur les trafics moyens journaliers ces dernières années. Puis, à l'horizon 2045, les trafics intègrent une croissance annuelle des flux de l'ordre de 2% jusqu'en 2045, correspondant à un taux de croissance légèrement réduit par rapport aux évolutions observées ces dernières années, car il est probable que la progression de l'usage de la voiture s'atténue au regard des grands enjeux environnementaux de manière générale, et plus particulièrement climatiques. En effet, la croissance devrait être contrecarrée par le renchérissement du coût du carburant et le développement du télétravail et des modes alternatifs à la voiture et aux poids lourds.

Le bureau d'études SCE a utilisé un logiciel de modélisation de trafic pour calculer les prévisions de trafic, et notamment pour pouvoir estimer les phénomènes de reports de trafic sur la nouvelle infrastructure. Ce logiciel est Aimsun Version 8.3, en mode macroscopique.

En termes d'offre, les différentes variantes de projet ont été testées, tant pour la déviation de Saint-Jean de Beugné que de Sainte-Gemme. Ces modélisations ont été réalisées en heure de pointe du matin et en heure de pointe du soir, en saison hivernale comme en saison estivale.

En termes de demande, les paramètres d'évolution de trafic au fil de l'eau n'ont pas fait l'objet de modifications.

Les travaux ont permis de visualiser les futurs trafics et de comprendre les mécanismes de reports de trafic d'une voirie sur l'autre et d'alimenter la réflexion dans le cadre des analyses multicritères. L'application d'un ratio multiplicateur heures de pointe / total jour a permis également d'estimer les futurs trafics moyens journaliers, nécessaires pour les études air – bruit. Ce ratio est le même que celui constaté lors des enquêtes de 2018.

### 13.3.3. Milieu naturel

#### 13.3.3.1. Méthodologie inventaire zones humides

Ce diagnostic s'est basé à la fois sur des données bibliographiques et du terrain.

##### 13.3.3.1.1. Données bibliographiques

3 inventaires communaux ont été analysés :

- ▶ L'inventaire communal de Sainte Gemme la Plaine a été réalisé en 2011 par le cabinet ATLAM
- ▶ L'inventaire communal de Sainte-Hermine a été réalisé en 2011 par SERAMA
- ▶ L'inventaire communal de Saint-Jean-de-Beugné a été réalisé en 2013 par Ecographe

##### 13.3.3.1.2. Diagnostic réglementaire des zones humides

###### Méthode des relevés floristiques

L'analyse de la flore, au regard du critère réglementaire zones humides, c'est d'une part appuyée sur les relevés habitats/flore réalisés dans le cadre de ce projet pour le chapitre milieu naturel, avec pour objectif de faire ressortir les habitats humides identifiés, conformément à l'annexe II de l'arrêté du 24 juin 2008.

D'autre part, en parallèle des études pédologiques et pour ce qui est des habitats non humides ou pro parte selon l'annexe II de l'arrêté du 24 juin 2008, une recherche d'éventuelles espèces indicatrices de zones humides a été effectuée et le cas échéant, si elles sont dominantes au regard du taux de recouvrement. Si au moins la moitié des espèces dominantes, correspondant aux espèces présentant plus de 20% de recouvrement et/ou permettant d'atteindre un taux de recouvrement de 50% par strate, sont des espèces retenues comme indicatrices des zones humides (annexe de l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 ou dans les listes régionales réalisées ensuite par le réseau des conservatoires botaniques), la zone est retenue comme zone humide au regard du critère floristique.

###### Méthode des relevés pédologiques

Après analyse des données bibliographiques, un diagnostic réglementaire des zones humides a été réalisé dans l'objectif d'identifier et de délimiter les zones humides conformément à la réglementation en vigueur. Ce diagnostic réglementaire a été réalisé à l'échelle d'un périmètre restreint par rapport à celui de la flore et de la faune, et correspondant à l'emprise des différentes variantes envisagées.

Flore et habitats des milieux humides : relevés effectués en plusieurs périodes : avril – fin mai – fin août 2019.

Pédologie et caractérisation des sols : relevés effectués en octobre 2019.

L'identification des zones humides est fondée sur la réalisation de sondages in situ à l'aide d'une tarière à main de type Edelman.

En cas d'absence de données pédologiques antérieures (carte ou données ponctuelles), une prospection systématique doit être effectuée sur la zone afin de définir les différents types de sols en présence. La densité des observations est fonction de l'échelle de restitution et augmente au niveau des zones de transition éventuelles (topographie, transition zone humide/zone non humide).

Les sondages répondant à l'un des quatre critères suivants, tels qu'ils sont définis par l'arrêté ministériel du 1er octobre 2009, sont considérés comme caractéristiques d'une zone humide :

- ▶ Présence d'un horizon histique (tourbeux) débutant à moins de 50 cm de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 cm ;
- ▶ Présence de traits réductiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol ;
- ▶ Présence de traits rédoxiques débutant à moins de 25 cm de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- ▶ Présence de traits rédoxiques débutant à moins de 50 cm de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm.

Ces différents critères traduisent des conditions d'hydromorphie variées :

Les traits rédoxiques résultent d'engorgements temporaires par l'eau avec pour conséquence principale des alternances d'oxydation et de réduction du fer. Le fer réduit (soluble) migre sur quelques millimètres ou quelques centimètres puis précipite sous formes de taches ou accumulations de rouille, nodules ou films bruns ou noirs ;

- ▶ Les horizons réductiques résultent d'un engorgement permanent ou quasi permanent, qui induit un manque d'oxygène dans le sol et crée un milieu réducteur riche en fer ferreux (ou réduit). Ces horizons sont caractérisés par une coloration uniforme verdâtre/bleuâtre ;
- ▶ Les horizons histiques sont quant à eux des horizons holorganiques entièrement constitués de matières organiques mal décomposées et formés dans un milieu saturé en eau durant des périodes prolongées (plus de six mois dans l'année).

L'annexe I de l'arrêté du 24 juin 2008 précise que dans certains contextes particuliers (fluviosols développés dans des matériaux très pauvres en fer, calcaires ou sableux le plus souvent et en présence d'une nappe circulante ou oscillante très oxygénée ; podzols humiques et humoduriques), l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels facilement reconnaissables.

Dans ces cas particuliers, une expertise des conditions hydrogéomorphologiques (en particulier profondeur maximale du toit de la nappe et durée d'engorgement en eau) doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les cinquante premiers centimètres de sol (données piézométriques, étude spécifique de la nappe, etc.).

### 13.3.3.2. Méthodologie des inventaires Flore/habitat/faune

#### 13.3.3.2.1. Date de passage

Date de passage	Condition météorologique	Groupes taxonomiques observés
Novembre 2018	/	Prédiagnostic écologique <ul style="list-style-type: none"> <li>Habitats</li> <li>Identification des enjeux faune/flore</li> </ul>
12 février 2019	2°-17° Soleil, ciel découvert	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux hivernants</li> <li>Pose de plaques à reptiles</li> <li>Amphibiens</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> </ul>
20 mars 2019	1°-14° Brouillard (matinée) puis soleil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs et hivernants</li> <li>Rapaces nocturnes</li> <li>Amphibiens et Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> </ul>
28 mars 2019	6°-14° Ciel dégagé, vent moyen froid°	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs et hivernants</li> <li>Amphibiens et Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> <li>Flore</li> </ul>
09 avril 2019	5°-16° Brouillard (matinée) puis soleil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs</li> <li>Amphibiens et Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> <li>Flore</li> </ul>
19 avril 2019	14° Ciel dégagé	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs</li> <li>Rapaces nocturnes</li> <li>Amphibiens et Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> <li>Flore</li> </ul>
06-07 mai 2019	10° (matin), 16° (après-midi), 10° (soirée) Ciel dégagé, pas de vent	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs</li> <li>Rapaces nocturnes</li> <li>Amphibiens et Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> <li>Flore</li> <li>Entomofaune</li> <li>Chiroptères</li> </ul>
22-23 mai 2019	14°-27° Soleil, ciel dégagé	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs</li> <li>Amphibiens et Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> <li>Flore</li> <li>Entomofaune</li> </ul>
25 juin 2019	16°-36° Ciel dégagé, forte chaleur : Canicule	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs</li> <li>Amphibiens et Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> <li>Flore</li> <li>Entomofaune</li> </ul>
07 août 2019	19°-25° Ciel dégagé, forte chaleur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs et migrateur</li> <li>Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Flore</li> <li>Entomofaune</li> <li>Chiroptères</li> </ul>
20 août 2019	11°-25° Ciel dégagé	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs et migrateur</li> <li>Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Habitats</li> <li>Flore</li> <li>Entomofaune</li> </ul>
17 septembre 2019	13°-25° Ciel dégagé	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs et migrateur</li> <li>Reptiles</li> <li>Flore</li> </ul>
04 octobre 2019	8°-13° Ciel couvert	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs et migrateur</li> <li>Plaques à reptiles ramassées</li> <li>Flore</li> </ul>
<b>Visites complémentaires</b>		
06 avril 2022	11° - 15° Ciel Couvert / pluie Vent fort 50km/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs</li> <li>Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> </ul>
10 mai 2022	21° - 23° Ciel dégagé Vent faible 15 km/h	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oiseaux nicheurs</li> <li>Reptiles</li> <li>Mammifères (recherche d'indices de présence)</li> <li>Entomofaune</li> </ul>

#### 13.3.3.2.2. Flore et habitats

**La flore** est listée selon des quadrats homogènes représentatifs des différents habitats présents. Les espèces patrimoniales sont activement recherchées sur l'ensemble des surfaces, notamment par des passages à diverses périodes pour une expertise exhaustive.

**Pour ce faire une visite a été effectuée en période de floraison des espèces précoces (avril), puis une à la période optimale (fin mai) et enfin une visite en période tardive, au mois d'août/septembre.**

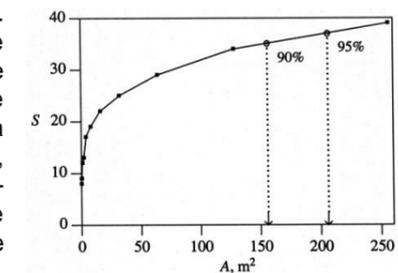
NB : le temps dédié à la végétation sur les visites aux périodes précoces et tardives est plus réduit, l'objectif étant juste de compléter les listes par les espèces qui ne seraient pas visibles au mois de mai.

Durant chacune des visites l'expertise s'est appuyée sur plusieurs angles d'approche :

- ▶ Les espèces patrimoniales ont été recherchées activement et précisément localisées s'il en est détecté ;
- ▶ Les ensembles homogènes ont été identifiés pour effectuer des relevés par habitat cohérent (approche habitats) ;
- ▶ Les espèces invasives ont été recherchées et précisément localisées ;
- ▶ Les espèces indicatrices de zones humides ont été recherchées.

#### Les habitats :

SCE inventorie les habitats naturels selon la méthode de Braun-Blanquet. La caractérisation des habitats naturels est basée sur la réalisation de relevés phytosociologiques. L'ordre de grandeur de la surface d'inventaire est fonction du type de milieu prospecté. Par exemple, la surface optimale d'un relevé pour caractériser une prairie de fauche est de l'ordre de 10 à 25m<sup>2</sup> et de l'ordre de 1000m<sup>2</sup> pour un milieu forestier. En d'autres termes, la notion d'aire minimale est conçue comme l'aire sur laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée (cf. figure ci-contre, l'aire minimale est atteinte lorsque la courbe tend vers le maximum d'espèces échantillonnées). [Institut de Botanique, 1994].



Au sein de chaque relevé, toutes les espèces présentes sont déterminées et sont caractérisées par un coefficient d'abondance/dominance. Les coefficients d'abondance/dominance sont attribués de la façon suivante : (selon la méthode de Braun Blanquet, 1964):

- r : individus très rares et leur recouvrement est négligeable,
- + : individus rares et recouvrement très faible,
- 1 : individus peu ou assez abondants, mais de recouvrement faible < 1/20 de la surface,
- 2 : individus abondants ou très abondants, recouvrant 1/20 à 1/4 de la surface,
- 3 : nombre d'individus quelconque, recouvrant de 1/4 à 1/2 de la surface,
- 4 : nombre d'individus quelconque, recouvrant de 1/2 à 3/4 de la surface,
- 5 : nombre d'individus quelconque, recouvrant plus de 3/4 de la surface.

Le traitement des données est réalisé par l'intermédiaire d'un tableau phytosociologique dans lequel est identifié chaque groupement végétal ainsi que les espèces caractéristiques du groupement [Téla Botanica -DELPEHC R, 2006].

Les habitats naturels ont été cartographiés sur la base de la codification Corine Biotopes. SCE dispose par ailleurs d'un outil SIG qui associe automatiquement les habitats Corine Biotope à leur **éventuel caractère de zone humide** selon les annexes de l'arrêté du 24 juin 2008. Cet outil relie également ces habitats à leur éventuelle correspondance aux **habitats d'intérêt communautaire**, figurant en annexe I de la Directive 92/43/CEE « Habitats, faune, flore ».

L'évaluation des enjeux écologiques tient compte des enjeux fonctionnels (corridors écologiques, aires de repos, etc.) et des enjeux patrimoniaux (degré de rareté des espèces et/ou statut de conservation).

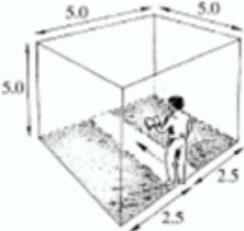
Les enjeux du site à l'échelle des espèces tiennent compte de leur statut :

- Protection de portée nationale voire communautaire ;
- Statut patrimonial local des espèces (listes rouges régionales, nationales, voire européennes).

Les enjeux seront hiérarchisés en 3 catégories : fort, modéré et faible. Un enjeu nul n'est pas considéré comme un niveau à part entière.

### 13.3.3.2.3. Faune

GROUPES	ELEMENTS METHODOLOGIQUES	PÉRIODE D'INTERVENTION	OPTIMALE
<b>VERTEBRES</b>			
<b>Avifaune</b>			
Avifaune	Réalisation de transect au niveau des habitats les plus favorables afin d'identifier les espèces hivernantes, nicheuse et migratrices. Recherche de rapaces nocturnes sur deux sessions crépusculaires (méthode de la repasse).	Printemps pour les nicheurs, jusque tardivement	
<b>Mammifères</b>			
Grands mammifères	Recherches de traces, coulées, crottes, en particulier au niveau des points d'eau, chemins. Observations directes	Toute l'année	
Micromammifères	Pelotes de réjection	Toute l'année	
Petits carnivores et hérisson, Ecureuil	Recherches de traces, crottes, terriers, reliefs de repas	Toute l'année	
Chiroptères	Gîtes existants selon potentialités (arbres, bâtiments) Recensement des espèces présentes et zones de passage préférentielles à l'aide d'un détecteur d'ultra-sons le long de transects (batbox D240X avec logiciel d'exploitation) et d'enregistreurs	Mai/Juin et août	

GROUPES	ELEMENTS METHODOLOGIQUES	PÉRIODE D'INTERVENTION	OPTIMALE
	automatiques (5 points sur deux sessions)		
<b>Herpétofaune</b>			
Reptiles <i>Lézards, serpents</i>	Observations directes le long de transects, dans différents types d'habitats Recherche sous planche, débris divers autour des bâtiments	Mars-juillet	
Amphibiens	Recherche des adultes, larves, ponte, écoutes crépusculaires des chants. Recherche sous pierre	Mars-juin	
<b>INVERTEBRES</b>			
<b>Insectes</b>			
Odonates	- recherche des exuvies - recherche des imagos et capture pour identification	Avril-juillet	
Orthoptères	- échantillonnage de zones d'enquêtes par types de milieux - inventaire des espèces (capture) - observation et écoute crépusculaire	Mai – Juillet - Septembre	
Rhopalocères	Relevés semi-quantitatifs avec filet le long de transects, surtout au niveau de lisières, lors de conditions météorologiques favorables 	Avril-juillet	
Coléoptères saproxylophages	Recherche de trous de sortie, de reste d'individus au pied des vieux arbres et observations des adultes au crépuscule	Toute l'année sauf observations directes (juin-juillet)	

### 13.3.4. Etude air et santé

#### 13.3.4.1. Niveau d'étude

La note technique du 22 février 2019 et le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du CEREMA fixent le cadre et le contenu des études air et santé en fonction des enjeux du projet, selon quatre niveaux d'études (I à IV). L'étude de niveau I a le contenu le plus détaillé. Ces niveaux sont définis en fonction des trafics attendus à terme sur les voies nouvellement créées et de la densité de population à proximité de celles-ci.

**Tableau 66 : Définition du niveau d'étude**

Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)	Densité hab/km <sup>2</sup> dans la Bande d'étude			
	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
<b>GI</b> Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
<b>GII</b> Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
<b>GIII</b> Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
<b>GIV</b> pas de Bâti	III	III	IV	IV

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

Sur le futur axe, les trafics à terme sont supérieurs à 10 000 véh/j et inférieurs à 25 000 véh/j. Dans le secteur où est réalisé le projet, la densité de population est inférieure à 2 000 hab/km<sup>2</sup>. De plus la longueur totale du projet est inférieure à 50 km.

Le niveau d'étude est donc de **niveau II**.

Dans la zone d'étude, des lieux dits vulnérables (écoles) sont présents, aussi conformément au guide méthodologique le niveau d'étude est remonté au niveau I au droit de ces lieux.

#### 13.3.4.2. Horizons d'études et scénarios étudiés

Dans le cadre de la présente étude, cinq scénarios sont étudiés :

- ▶ L'état initial (2018) ;
- ▶ La situation avec projet et sans projet à l'horizon 2025 (mise en service) ;
- ▶ La situation avec projet et sans projet à l'horizon 2045 (+20 ans après la mise en service) ;

#### 13.3.4.3. Zone d'étude

La zone d'étude est constituée du réseau routier étudié auquel est associée une bande d'étude.

Conformément à ce qui est indiqué dans le guide méthodologique du 22 février 2019 relatif au volet air et santé des études d'impact routières, le réseau d'étude est composé des voies suivantes :

- ▶ Les voies nouvelles créées dans le cadre du projet ;
- ▶ L'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet. Deux cas de figure sont distingués :
  - Pour les trafics supérieurs à 5 000 véh/j : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au fil de l'eau et le scénario avec le projet au même horizon est supérieure à 10%, en positif ou en négatif ;
  - Pour les trafics inférieurs à 5 000 véh/j : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au fil de l'eau et le scénario avec le projet au même horizon est supérieure à 500 véh/j, en positif ou en négatif.

En l'occurrence, l'actuelle RD137 est incluse dans le réseau d'étude.

D'après la note technique et le guide méthodologique, une bande d'étude doit être définie autour de chacune des voies du réseau d'étude, selon les trafics supportés par ces voies.

En se basant sur les critères définis par le guide méthodologique (cf. tableau ci-dessous), il a été défini une bande d'étude de 100 mètres autour des voies du réseau d'étude.

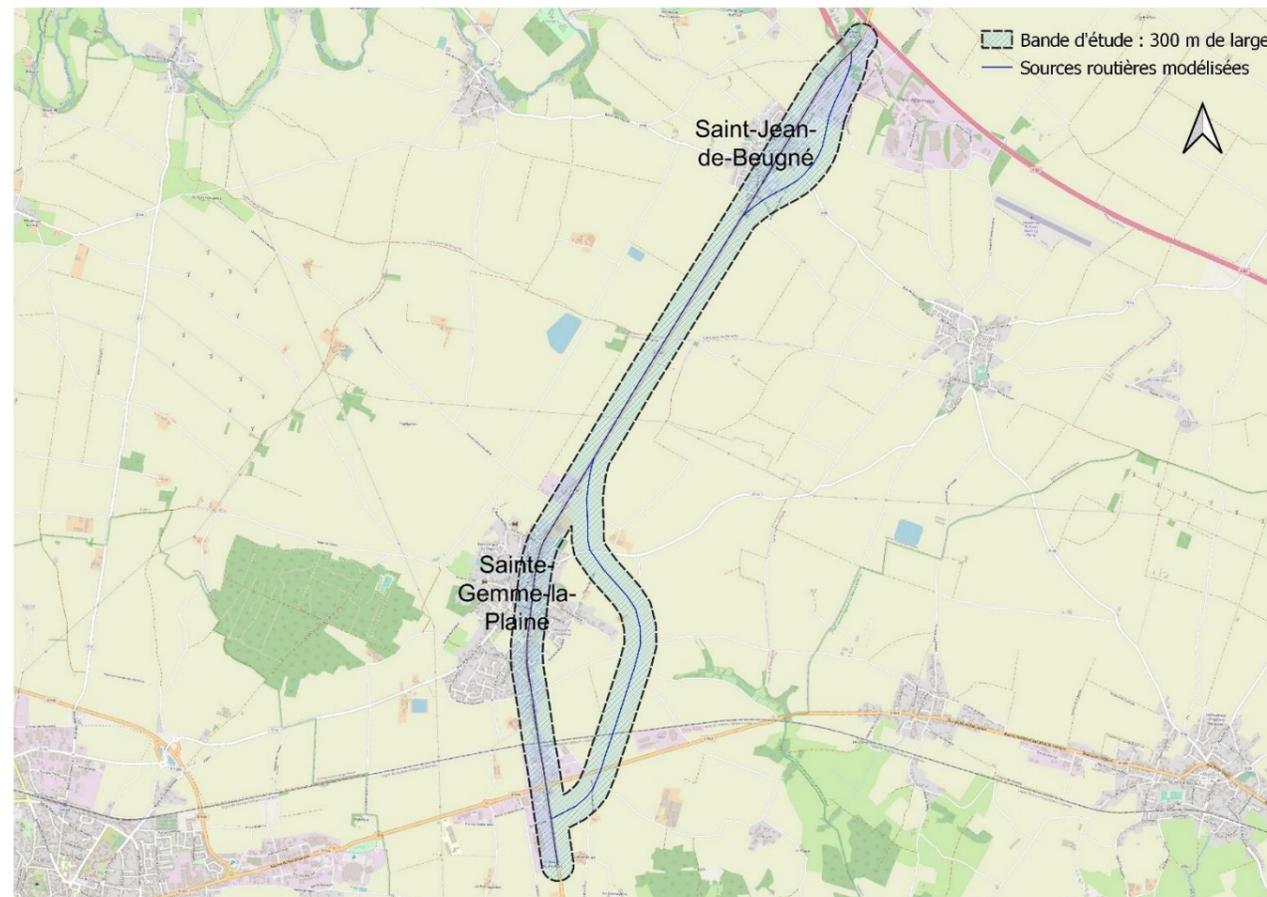
**Tableau 67 : critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude**

TMJA à l'horizon d'étude le plus lointain, en véh/j	Largeur minimale de la bande d'études <sup>48</sup> , en mètres, centrée sur l'axe de la voie
T > 50 000	600
25 000 < T < 50 000	400
10 000 < T < 25 000	300
T < 10 000	200

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières – CEREMA – 22 février 2019

La zone d'étude retenue, composée du réseau d'étude et de la bande d'étude, est présentée sur les planches suivantes.

Figure 219 : Zone d'étude air



### 13.3.4.4. Méthode d'estimation des émissions routières

Les émissions atmosphériques (polluants et gaz à effet de serre) induites par le trafic routier ont été estimées en se basant sur la méthodologie préconisée par l'agence européenne de l'environnement (EEA), la méthode COPERT V. Cette méthodologie permet l'estimation des émissions directes des véhicules (émissions à l'échappement, à chaud ou à froid) ainsi que les émissions hors échappement, liées à l'usure des véhicules (pneumatiques, freins) ou des voies de circulation.

Le principe méthodologique général du calcul des émissions repose sur l'équation de base :

$$E_i = FE \times A \quad (1)$$

$E_i$  : Émission exprimée en masse (g)

$A$  : l'activité des émetteurs (exprimée en véhicules.km) : distance parcourue par les véhicules

$FE$  : facteur d'émission unitaire (exprimé en g/km)

Le modèle COPERT est fondé sur une base de données des facteurs d'émission routiers ( $FE$  de l'équation (1)), facteurs qui permettent de convertir des données quantitatives d'activité (ici des données relatives aux caractéristiques du trafic automobile) en émissions de polluants. Dans le cas du trafic routier, le facteur d'émission unitaire d'un véhicule spécifique, exprimé en grammes par kilomètre, désigne la quantité de polluant émis par celui-ci sur un parcours d'un kilomètre. Un facteur d'émission unitaire est attribué à chaque polluant ( $i$ ), pour chaque catégorie de véhicule ( $j$ ).

Les émissions dépendent principalement des catégories de véhicules (Véhicule Particulier, Véhicule Utilitaire Léger <3,5t, Poids Lourd, dont autobus et autocars, deux roues), de son mode de carburant (essence, diesel), de sa

cylindrée (ou de son poids total autorisé en charge pour les poids-lourds), des systèmes de post-traitement à l'échappement, de sa date de mise en circulation pour tenir compte des réglementations anti-pollution. Elles varient ensuite selon les conditions de conduite et de fonctionnement du moteur. La principale hypothèse de la méthode COPERT est que les émissions dépendent uniquement de la vitesse moyenne, sous forme de lois polynomiales pour chaque type de véhicule. Pour les véhicules lourds, les émissions varient également avec la charge des poids lourds et la pente de la route.

Les données du parc automobile sont issues de la structure du parc roulant français pour la période 1980-2050 provenant de l'IFSTTAR (Institut français des sciences et technologiques des transports, de l'aménagement et des réseaux) désormais Université Gustave Eiffel.

### 13.3.4.5. Données d'entrée pour le calcul des émissions

Pour chaque scénario, les éléments suivants sont utilisés comme données d'entrée par le modèle COPERT V pour la quantification des polluants générés au niveau des routes du réseau d'étude :

- ▶ Le trafic pour chaque tronçon exprimé en Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA);
- ▶ La vitesse de circulation ;
- ▶ La longueur des brins routiers.

Tableau 68 : données de trafic sur le réseau d'étude – véhicules légers (TMJA)

Nom de la voie	2018	2025 - sans projet	2025 - avec projet	2045 - sans projet	2045 - avec projet
RD137 Saint-Jean Nord	10213	12004	916	17257	2410
RD137 St-Jean Sud	9573	11249	94	16221	1270
Contournement St-Jean Nord			11093		14841
Contournement St-Jean Sud			11161		14945
RD137 ZA Champereau	9573	11249	11249	16221	16221
RD137 Ste-Gemme Nord	9995	11744	1801	16221	4763
RD137 Ste-Gemme Sud	8615	8688	1817	12254	3467
RD137 RP 4 Chemins Sud	9573	11249	11249	15893	15893
Contournement Ste-Gemme Nord			10021		13592
Contournement 4 Chemins Sud			8683		10989

Tableau 69 : données de trafic sur le réseau d'étude – poids-lourds (TMJA)

Nom de la voie	2018	2025 - sans projet	2025 - avec projet	2045 - sans projet	2045 - avec projet
RD137 St-Jean Nord	1823	2143	164	3080	430
RD137 St-Jean Sud	1709	2008	17	2895	227
Contournement St-Jean Nord			1980		2649
Contournement St-Jean Sud			1992		2668
RD137 ZA Champereau	1709	2008	2008	2895	2895
RD137 Ste-Gemme Nord	1784	2096	322	2895	850
RD137 Ste-Gemme Sud	1538	1551	324	2187	619
RD137 RP 4 Chemins Sud	1709	2008	2008	2837	2837
Contournement Ste-Gemme Nord			1789		2426
Contournement 4 Chemins Sud			1550		1962

Les vitesses de circulation retenues sont les vitesses réglementaires.

### 13.3.4.6. Méthode d'estimation des concentrations dans l'air

#### Présentation générale du modèle de dispersion

L'estimation des concentrations des polluants atmosphériques dans l'air ambiant est basée sur le modèle utilisé par le logiciel ADMS-Roads dans sa version 5.0.

ADMS-Roads, est une version des modèles de dispersion de la gamme ADMS (système de modélisation de la dispersion atmosphérique – Atmospheric Dispersion Modelling System – ADMS), qui permet de modéliser la dispersion des polluants émis dans l'atmosphère par des sources routières et industrielles. ADMS-Roads prend en compte ces sources d'émissions sous forme de sources ponctuelles, linéiques, surfaciques, ou volumiques.

Le logiciel utilise un modèle gaussien. Le programme effectue les calculs de dispersion individuellement pour chacune des sources et somme pour chaque espèce de polluants les contributions de toutes les sources de même type.

#### Phénomènes pris en compte et données d'entrée

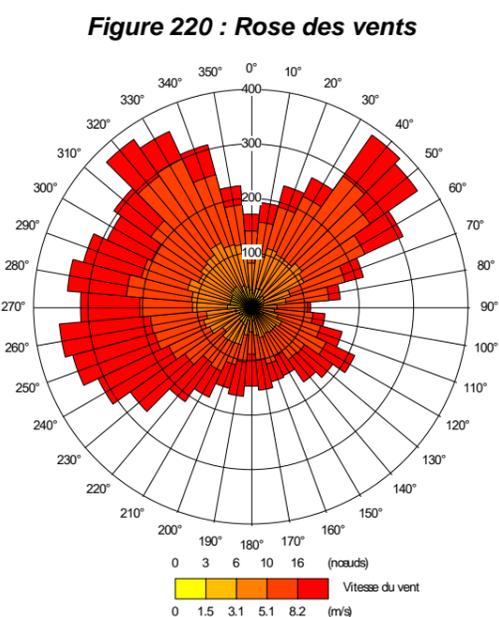
Les différents phénomènes et les données d'entrée du modèle pris en compte dans le cadre de l'étude, sont décrits ci-dessous.

#### Météorologie

La connaissance des paramètres météorologiques est primordiale pour l'étude de la dispersion des rejets dans l'atmosphère. La direction et la vitesse du vent, la température de l'air et la nébulosité, paramètres considérés par le modèle, sont des grandeurs physiques qui permettent de bien représenter la climatologie locale, en particulier les mouvements d'air dans les premières couches de l'atmosphère. La température et la nébulosité permettent le calcul de la stabilité thermique. Les données de vent déterminent la trajectoire du panache.

Les calculs de dispersion ont été menés à partir d'une année complète (2022) de mesures horaires des paramètres météorologiques suivants : vitesse et direction du vent, température, couverture nuageuse et précipitations. Les données de Saint-Jean-de-Beugné, sont issues du modèle Arome de Météo-France.

La direction et la vitesse du vent, paramètres conditionnant la dispersion des rejets, sont représentés sur la figure ci-après.



Cette rose des vents montre des vents provenant principalement des secteurs nord-ouest et nord-est.

#### Pollution de fond

Modéliser les niveaux de pollution à l'intérieur d'un domaine étudié nécessite la connaissance de la pollution de fond (pollution rencontrée sur le site s'il n'y avait pas de sources). C'est un élément important pour la simulation puisqu'elle vient se rajouter à la pollution générée par le projet étudié et les sources simulées.

Sur le domaine d'étude, nous pouvons considérer qu'exceptées les infrastructures routières, les autres sources localisées de pollution peuvent être négligées. Il n'y a pas de sources particulières émettrices de pollution.

La pollution de fond correspond donc ici aux teneurs en polluants rencontrées entre milieu urbain et rural hors de l'influence de sources de polluants industrielles et routières, mais prenant en compte les sources diffuses (telles les émissions dues aux bâtiments). Les concentrations de fond permettent donc de se rendre compte de l'exposition agrégée des populations, qui ne sont pas uniquement exposées aux émissions des voies de circulation modélisées.

Ces teneurs ont été fixées à partir des données mesurées par Air Pays de la Loire, sur les stations permanentes de son réseau ou lors de campagnes de mesure.

Tableau 70 : Valeurs de la pollution de fond retenues

Polluant	Valeur	Source
NOx	8 µg/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Stations de la Roche-sur-Yon et La Tardière
NO2	6 µg/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Stations de la Roche-sur-Yon et La Tardière
Particules PM10	13 µg/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Station de La Tardière
Particules PM2.5	6.4 µg/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Station de La Tardière
Benzène	1.1 µg/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Station des Frères Goncourt
Arsenic	0.38 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Station Nantes CIM Bouteillerie
Nickel	0.66 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Station Nantes CIM Bouteillerie
Benzo[a]pyrène	0.088 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Station Nantes CIM Bouteillerie
Chrome	0.74 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air en proximité du périphérique est de Nantes - rapport juin 2022
Anthracène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022
Benzo(a) anthracène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Campagne de mesure Qualité de l'air à Terres de Montaigu (été 2021 - hiver2022)
Benzo(b)fluoranthène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Campagne de mesure Qualité de l'air à Terres de Montaigu (été 2021 - hiver2022)
Benzo(k)fluoranthène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Campagne de mesure Qualité de l'air à Terres de Montaigu (été 2021 - hiver2022)
Benzo(j)fluoranthène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Campagne de mesure Qualité de l'air à Terres de Montaigu (été 2021 - hiver2022)
Benzo(ghi)pérylène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire

Polluant	Valeur	Source
		Campagne de mesure Qualité de l'air à Terres de Montaigu (été 2021 - hiver2022)
Chrysène	0.07 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022
Dibenzo(a,h)anthracène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Campagne de mesure Qualité de l'air à Terres de Montaigu (été 2021 - hiver2022)
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Campagne de mesure Qualité de l'air à Terres de Montaigu (été 2021 - hiver2022)
Acénaphthène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022
Acénaphthylène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022
Fluorène	0 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022
Fluoranthène	0.08 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022
Phénanthrène	0.03 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022
Pyrène	0.07 ng/m <sup>3</sup>	Air Pays de la Loire Qualité de l'air à Gloriette - Petite Hollande - décembre 2022

### Topographie

Compte tenu de la topographie de la zone d'étude (très peu marquée), et des dimensions de cette dernière, l'effet du relief n'a pas été intégré à la modélisation.

### Nature des sols

La nature des sols, qui influence la progression des panaches de polluants, a été caractérisée grâce à un paramètre de rugosité. Ce paramètre, couramment utilisé dans les modèles de dispersion atmosphérique, représente la nature rugueuse des obstacles occupant le sol. Il a la dimension d'une longueur variant entre 10<sup>-3</sup> mètres (surface désertique) et environ 1,5 mètre pour les sols urbains les plus denses. La valeur de 0,5 a été retenue dans le cadre de l'étude.

### Emissions

Les émissions des polluants atmosphériques sont celles qui ont été calculées par la méthode décrite précédemment.

## 14. Volet loi sur l'eau

Pour rappel cette évaluation environnementale vaut dossier loi sur l'eau comme le permet la réglementation. Ne sont repris dans cette partie que quelques spécificités propres à la loi sur l'eau.

Le tableau ci-dessous détaille les parties auxquelles il faut se référer pour prendre connaissance des informations relatives à la loi sur l'eau mais décrites dans le cadre du dossier global.

Information / pièce relative à la loi sur l'eau	Renvoi
<b>Note de présentation non technique</b>	Pièce D1 : Note de présentation non technique
<b>Contexte réglementaire</b>	Pièce D2 : Etude d'impact Chapitre 2 « Contexte réglementaire »
<b>Présentation du demandeur</b>	Pièce D2 : Chapitre 3 « Identification du demandeur »
<b>Propriété des terrains</b>	Pièce B –Chapitre « Notice explicative » du dossier d'enquête
<b>Nature, consistance, volume et objet du projet – rubriques de la nomenclature concernées</b>	Pièce D2 : Etude d'impact Chapitre 2 : Contexte réglementaire Chapitre 6 : Objectif et présentation du projet, les solutions envisagées
<b>Document d'incidences</b>	Pièce D2 : Etude d'impact Chapitre 5 : Analyse de l'état initial du site et de son environnement Chapitre 7 : Analyse des incidences du projet sur l'environnement et mesures
<b>Compatibilité du projet avec les documents de planification relatifs à l'eau et aux milieux aquatiques</b>	Pièce D2 : Etude d'impact Chapitre 14 : Volet loi sur l'eau
<b>Moyens de suivi, de surveillance, d'intervention en cas d'incident ou d'accident</b>	Pièce D2 : Etude d'impact Chapitre 14 : Volet loi sur l'eau

Sont développés ici les suivis et mesures phase travaux et exploitation sur les milieux aquatiques et l'analyse de compatibilité au regard du SDAGE et du SAGE.

### 14.1. Moyens de suivi, de surveillance, d'intervention en cas d'incident ou d'accident

#### 14.1.1. Pendant la phase travaux

La phase chantier – travaux, pour ce type d'aménagement, est à même de présenter de nombreuses incidences négatives sur l'ensemble des composantes de l'environnement. A cela plusieurs causes :

- La durée des travaux et leur planification ;
- La présence, pendant toute la durée des travaux de matériels dont le gabarit, la masse, les modes de propulsion ou de traction peuvent fortement impacter les sols notamment ;
- La présence, pendant toute la durée des travaux, de matériaux nécessaires à la réalisation du projet ;
- L'amenée sur site de produits potentiellement polluants.

Ces causes peuvent entraîner des conséquences diverses :

- La pollution des eaux, des milieux naturels et aquatiques, par diffusion accidentelle de produits (fuite de carburant, d'huile, etc.) ;
- La pollution des eaux, des milieux naturels et aquatiques, par maladresse lors de la réalisation des travaux (déversement accidentel, etc.), etc.

La liste des incidences négatives n'est pas exhaustive étant donné leur caractère accidentel ou leur occurrence dépendant des conditions météorologiques.

Toute personne intervenant sur le site (Maître d'Ouvrage, Maître d'Œuvre, coordonnateur de chantier) et constatant une pollution pouvant nuire à la qualité des eaux devra intervenir auprès des responsables pour faire cesser cette situation.

Les visites régulières de chantier (fréquence minimale d'une fois par jour) permettront de vérifier la bonne application par les entreprises, des mesures de réduction de nuisances (énumérées dans les paragraphes précédents).

Compte-tenu notamment de l'évolution de la réglementation environnementale, les dossiers de consultation des entreprises élaborés avant le début des travaux comporteront des exigences particulières en matière de protection de l'environnement durant la phase chantier.

Des dispositions seront prises pour veiller à l'application stricte des obligations, énoncées dans les pièces du marché, relatives à la lutte contre la pollution.

La surveillance en période chantier portera sur les points suivants :

- La mesure principale consiste à mettre en œuvre, en début du chantier, les dispositifs de gestion quantitative (ouvrages de stockage) et qualitative (rétention des pollutions) des eaux pluviales, afin de réduire au strict minimum le risque de contamination des eaux souterraines et des eaux superficielles par une éventuelle pollution accidentelle ;
- Le contrôle du parfait état de fonctionnement des engins de chantiers ;
- Aucun entretien d'engins ne sera réalisé sur le site ;
- Les travaux concernés par les secteurs de remontée de nappe devront impérativement être effectués en période de basses eaux et le reste des travaux devra, au maximum, l'être en période d'assec
- Le chantier évitera les fortes périodes pluvieuses ;
- La tenue d'un carnet de chantier relatant les incidents en cours de chantiers.

La période de chantier constitue une phase pendant laquelle des contraintes peuvent peser sur l'environnement. Ainsi, le suivi technique de la réalisation des travaux, conformément aux règles de l'art et conformément aux prescriptions du présent dossier loi sur l'eau sera assuré par le maître d'ouvrage.

Lors de la mise en place des différentes mesures, la présence d'un écologue est indispensable pour s'assurer qu'elles seront conformes aux attentes et qu'elles correspondent bien aux exigences écologiques des espèces visées. L'écologue sera présent lors d'une réunion de chantier préalable aux travaux et lors du lancement des travaux sur le terrain. Enfin, il contrôlera également les installations en fin de travaux pour s'assurer que les aménagements sont parfaitement fonctionnels.

#### 14.1.2. Pendant la phase exploitation

La mise en place des ouvrages de rétention des eaux pluviales nécessite l'organisation d'une gestion et d'un entretien adaptés sous peine d'une perte d'efficacité des dispositifs voire des phénomènes de relargage de la pollution interceptée ou de générer des nuisances (odeurs, aspect visuel, etc.).

L'entretien du réseau d'assainissement de la voirie sera assuré par les services du Département de la Vendée. L'entretien comprend notamment :

- L'enlèvement des flottants dans le réseau de collecte et les ouvrages de gestion des eaux pluviales ;
- La tonte et le faucardage des ouvrages de gestion des eaux pluviales avec l'enlèvement des résidus de la tonte ;

- Le curage régulier des ouvrages de gestion ;
- L'hydro-curage des collecteurs évacuant les eaux de ruissellement vers les milieux récepteurs ;
- L'absence de mise en œuvre de produits phytosanitaires ;
- Une vérification des ouvrages hydrauliques implantés sur le réseau superficiel.

Il intègre également des contrôles réguliers des dispositifs de collecte et de traitement de manière à s'assurer de leur bon fonctionnement. Au-delà de cette vérification régulière, les services sont également mobilisés en cas d'évènements exceptionnels.

Le service en charge de l'entretien assurera la tenue d'un cahier de suivi et d'exploitation des ouvrages d'assainissement dans lequel figureront :

- Les interventions d'entretien des ouvrages hydrauliques ;
- Les résultats des analyses effectuées des rejets ;
- Les éventuels incidents à l'origine d'une pollution accidentelle.

Ainsi, les différents services en charge de l'entretien du réseau d'assainissement tiendront à jour un registre sur lequel seront inscrits les principaux renseignements relatifs aux travaux, à l'exploitation, à la surveillance, à l'entretien et aux diagnostics des ouvrages pour la gestion des eaux pluviales (fossés enherbés, bassin de rétention, collecteurs...).

Ce registre sera conservé dans un endroit permettant leur accès et leur utilisation en toutes circonstances et tenus à la disposition du service chargé du contrôle.

Tout événement ou modification concernant les systèmes de rétention et le réseau de collecte des eaux pluviales et mettant en cause ou susceptible de remettre en cause la sécurité des personnes et/ou des biens sera déclaré dans les meilleurs délais au préfet.

D'autre part, les boues ou sédiments accumulés au niveau des ouvrages de gestion des eaux peuvent contenir des éléments potentiellement toxiques (métaux, hydrocarbures). Les boues retirées lors de chaque opération de curage feront l'objet d'analyses spécifiques pour évaluer leur niveau de contamination et orienter ainsi le choix pour leur élimination, leur traitement ou leur valorisation.

Le suivi des ouvrages de gestion des eaux pluviales s'étendra sur deux ans et comprendra deux analyses physico-chimiques et macropolluants (MES, DCO et DBO5) par an effectuées, une en hiver et la seconde en été après un évènement pluvieux significatif (pluie supérieure à pluie décennale). Les données relatives à ce suivi seront transmises à la fin de chaque période de suivi au service en charge de la police de l'eau. Un bilan sera effectué à la fin des deux années de suivi.

**Il permettra en fonction des résultats constatés de statuer sur l'arrêt du suivi ou sur sa réorientation (prolongement des prélèvements pour analyses, renforcement du suivi).**

### 14.1.3. Intervention en cas de pollution accidentelle

Lors d'un accident générant des pollutions susceptibles d'atteindre le milieu récepteur, les services chargés de l'entretien et de l'exploitation des dispositifs de gestion des eaux pluviales seront rapidement alertés.

Les ouvrages sont dimensionnés pour une pluie d'occurrence décennale et auront le volume nécessaire pour stocker un volume équivalent à un camion-citerne. Ainsi, le transfert de polluants vers les milieux aquatiques ne pourra pas se faire de manière directe.

La rapidité d'intervention des services concernés, associée à une faible vitesse d'évacuation des polluants dans les ouvrages, permettra d'éviter toute diffusion vers le milieu souterrain et superficiel.

Les services d'intervention se chargeront d'accéder aux ouvrages concernés, et de pomper les eaux polluées, voire d'excaver les sols impactés par une éventuelle pollution.

Les exploitants se chargeront d'alerter, le plus rapidement possible :

- Le SDIS 85 ;
- La DDTM 85 ;
- Le Département de la Vendée ;
- Les communes de Sainte-Gemme-la-Plaine, Saint-Jean-de-Beugné et de Sainte-Hermine.

Dans un second temps, ils alerteront les riverains.

De manière générale, la démarche à suivre par les services qui interviendront sur site peut se concrétiser par un « mode d'emploi » synthétique comprenant : une carte de situation du réseau de collecte des eaux pluviales, des dispositifs de gestion et de traitement et les principes de fonctionnement.

Une liste des personnes et organismes à prévenir, dans l'ordre des priorités, avec les compétences et les coordonnées correspondantes sera également établie.

L'évacuation des produits polluants stockés dans les ouvrages sera effectuée par une entreprise compétente. Ensuite, l'ensemble des ouvrages sera nettoyé avant leur remise en service.

## 14.2. Compatibilité avec les documents de planification relatifs à la gestion de l'eau et aux risques inondation

### 14.2.1. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Loire Bretagne

Le secteur d'étude est concerné par le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027. Le 22 octobre 2020, le comité de bassin a examiné et adopté le projet de SDAGE 2022-2027, ainsi que ses documents d'accompagnement. À la suite de l'approbation par la préfète coordonnatrice de bassin le **18 mars 2022 et à son entrée en vigueur le 4 avril 2022** (lendemain de sa publication au Journal officiel de la République française), les documents du SDAGE s'imposent à toutes les décisions publiques dans le domaine de l'eau, des milieux aquatiques et de l'aménagement du territoire.

Parmi **les dispositions du SDAGE 2022-2027, 5 intéressent principalement le projet** et portent sur la maîtrise des eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée et sur la préservation des zones humides.

**Tableau 71 : Dispositions du SDAGE applicables au projet**

	Dispositions (extraits)
	<b>3D-1 : Prévenir le ruissellement et la pollution des eaux pluviales dans le cadre des aménagements.</b>
<b>Maîtriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée</b>	Les collectivités réalisent, en application de l'article L. 2224- 10 du code général des collectivités territoriales, un zonage pluvial délimitant les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement. Ce zonage offre une vision globale des mesures de gestion des eaux pluviales, prenant en compte les prévisions de développement urbain et industriel. Les zonages sont réalisés avant 2026. Il est fortement recommandé de retranscrire les prescriptions du zonage pluvial dans les PLU comme le permet l'article L. 151-24 du code de l'urbanisme.

	<p>Afin d'encadrer les permis de construire et d'aménager, les documents d'urbanisme prennent dans leur champ de compétence des dispositions permettant de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limiter l'imperméabilisation des sols,</li> <li>▪ Privilégier le piégeage des eaux pluviales à la parcelle et recourir à leur infiltration sauf interdiction réglementaire,</li> <li>▪ Faire appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (espaces verts infiltrants, noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées stockantes, puits et tranchées d'infiltration...) en privilégiant les solutions fondées sur la nature,</li> <li>▪ Réutiliser les eaux de ruissellement pour certaines activités domestiques ou industrielles.</li> </ul> <p>Les porteurs de SCoT accompagnent les acteurs de l'aménagement dans la prise en compte de ces dispositions. Les SRADDET comportent des dispositions de même nature.</p> <p><b>3D-2 : Limiter les apports d'eaux de ruissellement dans les réseaux d'eaux pluviales et le milieu naturel dans le cadre des aménagements</b>          Si les possibilités de gestion à la parcelle sont insuffisantes (infiltration, réutilisation...), le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs des eaux pluviales puis dans le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements par rapport à la situation avant aménagement.          À défaut d'une étude spécifique précisant la valeur de ce débit de fuite, le débit de fuite maximal sera de 3 l/s/ha pour une pluie décennale et pour une surface imperméabilisée raccordée supérieure à 1/3 ha.</p> <p>En raison des faibles emprises disponibles et de la problématique de remontée de nappe sur certains secteurs, la solution d'infiltration n'a pas été retenue pour une partie des bassins versants. Pour ces derniers, les eaux pluviales seront rejetées dans le milieu naturel ou dans le réseau pluvial public existant à l'aval du site. Toutefois, certains bassins ne seront pas étanches et permettront donc l'infiltration des eaux pour des pluies courantes. Par ailleurs, les ouvrages d'assainissement sont dimensionnés soit pour une période de retour de 10 ans (bassins versants 1, 2, 3 et 5) soit pour une période de retour de 50 ans (bassin versant 4 pour lequel des enjeux sont présents en aval du projet) avec un débit de fuite régulier à hauteur de 3 l/s/ha.</p> <p><b>3D-3 : Traiter la pollution des rejets d'eaux pluviales</b></p> <p>Les autorisations portant sur de nouveaux ouvrages permanents ou temporaires de rejet d'eaux pluviales dans le milieu naturel, ou sur des ouvrages existants faisant l'objet d'une modification substantielle au titre de l'article R.181-46 du code de l'environnement prescrivent les points suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les eaux pluviales ayant ruisselé sur une surface potentiellement polluée par des macropolluants ou des micropolluants sont des effluents à part entière et doivent subir les étapes de dépollution adaptées aux types de polluants concernés. Elles devront subir à minima une décantation avant rejet ;</li> <li>▪ Les rejets d'eaux pluviales sont interdits dans les puits d'injection, puisards en lien direct avec la nappe ;</li> <li>▪ La réalisation de bassins d'infiltration avec lit de sable est privilégiée par rapport à celle de puits d'infiltration.</li> </ul> <p>D'une part, certains ouvrages ne seront pas étanchéifiés et permettront une infiltration des eaux lors des premières pluies. L'infiltration est une solution technique qui favorise la filtration des particules fines sur lesquelles est adsorbée une grande partie de la pollution et qui permet d'assurer un abatement de la charge polluante et de limiter ainsi l'impact des rejets sur la qualité de la ressource en eau souterraine. Les mécanismes auto-</p>		<p>épurateurs du sol (filtration, adsorption et processus biologiques) permettront en effet un abatement de la charge polluante des eaux pluviales infiltrées.</p> <p>D'autre part, les ouvrages de gestion des eaux pluviales (ouvrages de collecte et de régulation/rétention) permettront de limiter une pollution en aval par la décantation des matières en suspension qu'ils permettront. Tous les ouvrages de rétention créés dans le cadre du projet montrent un traitement qualitatif des eaux avec un taux d'abatement supérieur à 80%. Cette décantation permettra également d'abattre la concentration des hydrocarbures entre l'entrée et la sortie de l'ouvrage.</p> <p>Enfin, les déversements accidentels se produisant sur les différentes voiries seront bloqués avant leur rejet au milieu naturel grâce au volume mort disponible dans les ouvrages de rétention et à la mise en place d'un système amont de vannages manuels. Les volumes disponibles seront suffisants pour stocker l'équivalent d'un camion-citerne (30 m<sup>3</sup>).</p> <p><b>Maîtriser et réduire la pollution par les pesticides</b></p> <p><b>4B : Promouvoir les méthodes sans pesticides dans les collectivités et sur les infrastructures publiques</b></p> <p>En application de la loi n° 2014-110 du 6 février 2014 visant à mieux encadrer l'utilisation des produits phytopharmaceutiques sur le territoire national, les usages par l'État, les collectivités territoriales et leurs groupements et les établissements publics doivent être progressivement réduits pour être totalement supprimés à compter du 1er janvier 2017 pour l'entretien des espaces verts, de forêts et de promenades, à l'exception des produits de biocontrôle, des produits qualifiés à faible risque conformément au règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, ainsi que des produits dont l'usage est autorisé en agriculture biologique.</p> <p>L'entretien des surfaces enherbées, des aménagements paysagers et des espaces associés se fera selon des techniques non polluantes. L'utilisation de produits phytosanitaires sera proscrite, afin de protéger les ressources en eau. Les techniques alternatives utilisées peuvent être de natures différentes : balayage et brossage mécanique, désherbage thermique à flamme, fauchage, paillage, plantes couvre-sols, prairies fleuries et mellifères, désherbage manuel et mécanique.</p> <p><b>Préserver les zones humides</b></p> <p><b>8B-1 : Les maîtres d'ouvrage de projets impactant une zone humide cherchent une autre implantation à leur projet, afin d'éviter de dégrader la zone humide.</b></p> <p>À défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, la compensation vise prioritairement le rétablissement des fonctionnalités.</p> <p>À cette fin, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la création ou la restauration de zones humides, cumulativement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Équivalente sur le plan fonctionnel</li> <li>▪ Équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité</li> <li>▪ Dans le bassin versant de la masse d'eau.</li> </ul> <p>En dernier recours, et à défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité.          Conformément à la réglementation en vigueur et à la doctrine nationale « éviter, réduire, compenser », les mesures compensatoires sont définies par le maître d'ouvrage lors de la conception du projet et sont fixées, ainsi que les modalités de leur suivi, dans les actes administratifs liés au projet (autorisation, récépissé de déclaration...).</p>
--	--	--	---

	<p>La gestion, l'entretien de ces zones humides compensées sont de la responsabilité du maître d'ouvrage et doivent être garantis à long terme.</p> <p>La présence d'une zone humide potentielle a été mise en évidence lors de l'inventaire communal des zones humides de Sainte-Gemme-la-Plaine annexé au document d'urbanisme en vigueur. Ces zones humides figurant sur le PLUi sont issues de la base de données établie par le Forum du marais Poitevin sans sondages pédologiques. Des sondages pédologiques ont été réalisés par Hydroconcept sur la zone humide identifiée sur le périmètre d'emprise du projet. Ils ont permis de montrer que la zone humide n'est pas avérée sur l'emprise du projet. Une partie de la zone humide sera donc déclassée dans le cadre de mise en comptabilité du PLUI.</p>
--	--

**Le projet est compatible avec les dispositions du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027.**

## 14.2.2. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

La zone d'étude est concernée par deux Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux : le SAGE du Lay approuvé le 4 mars 2011 au nord et le SAGE de la Sèvre Niortaise et Marais Poitevin approuvé le 29 avril 2011 au sud. Ces deux documents sont en cours de révision.

### 14.2.2.1. SAGE du Lay

L'élaboration du SAGE du Lay a mis en évidence les 9 enjeux suivants :

- La qualité des eaux de surface ;
- La prévention des risques liés aux inondations ;
- La production d'eau potable ;
- Le partage des ressources en eau de surface en période d'étiage ;
- La gestion soutenable des nappes ;
- La qualité des eaux marines pour la valorisation du potentiel biologique et économique ;
- Le bon état écologique et potentiel piscicole des cours d'eau ;
- Les zones humides du bassin ;
- La gestion hydraulique permettant les usages et un fonctionnement soutenable du marais.

#### 14.2.2.1.1. Compatibilité avec le Plan d'Aménagement et de Gestion Durables

De ces 9 enjeux découlent 9 objectifs généraux et dispositions développés selon ces 9 points. Parmi **les dispositions du SAGE, celles qui intéressent principalement le projet** portent sur la maîtrise des eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée.

	Dispositions (extraits)
<b>Objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines</b>	<p><b>5.3.5 Encourager l'utilisation raisonnée des pesticides et l'utilisation des techniques alternatives de désherbage pour les usages agricoles et non agricoles</b></p> <p>« La CLE invite les utilisateurs de produits phytosanitaires (SNCF, EDF, Conseil Général de Vendée, communes, entreprises...) à former leurs agents d'entretien aux risques que présentent ces substances pour l'environnement et la santé. Des réunions d'information de fréquence annuelle au minimum devront être organisées afin de sensibiliser ces utilisateurs. »</p> <p>L'entretien des surfaces enherbées, des aménagements paysagers et des espaces associés se fera selon des techniques non polluantes. L'utilisation de produits phytosanitaires sera proscrite, afin de protéger les ressources en eau. Les techniques alternatives utilisées peuvent être de natures différentes : balayage et broyage mécanique, désherbage thermique à flamme, fauchage, paillage, plantes couvre-sols, prairies fleuries et mellifères, désherbage manuel et mécanique.</p>
	<p><b>5.4.3 Prise en charge des eaux pluviales</b></p> <p>Le SAGE demande que des solutions de prise en charge des eaux pluviales (rétention et/ou traitement) soient mises en œuvre (en lien avec les orientations mentionnées au paragraphe 6.5.1.). Face à l'impact qualitatif observé en période hivernale, le SAGE demande :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aux collectivités compétentes de recenser les points noirs de pollution engendrés par les eaux pluviales sur les aménagements imperméabilisés existants.</li> <li>- La déconnexion des eaux pluviales et des eaux usées.</li> <li>- Le développement des techniques alternatives : installations de dégrillage, bassins de décantation, de rétention et/ou de pré traitement, chaussées poreuses et chaussées réservoirs doivent être généralisées.</li> </ul>

	<p>En raison des faibles emprises disponibles et de la problématique de remontée de nappe sur certains secteurs, la solution d'infiltration n'a pas été retenue pour une partie des bassins versants. Pour ces derniers, les eaux pluviales seront rejetées dans le milieu naturel ou dans le réseau pluvial public existant à l'aval du site. Toutefois, certains bassins ne seront pas étanches et permettront donc l'infiltration des eaux pour des pluies courantes. Par ailleurs, les ouvrages d'assainissement sont dimensionnés soit pour une période de retour de 10 ans (bassins versants 1, 2, 3 et 5) soit pour une période de retour de 50 ans (bassin versant 4 pour lequel des enjeux sont présents en aval du projet) avec un débit de fuite régulé à hauteur de 3 l/s/ha.</p> <p>D'une part, certains ouvrages ne seront pas étanchéifiés et permettront une infiltration des eaux lors des premières pluies. L'infiltration est une solution technique qui favorise la filtration des particules fines sur lesquelles est adsorbée une grande partie de la pollution et qui permet d'assurer un abattement de la charge polluante et de limiter ainsi l'impact des rejets sur la qualité de la ressource en eau souterraine. Les mécanismes auto-épurgateurs du sol (filtration, adsorption et processus biologiques) permettront en effet un abattement de la charge polluante des eaux pluviales infiltrées.</p> <p>D'autre part, les ouvrages de gestion des eaux pluviales (ouvrages de collecte et de régulation/rétention) permettront de limiter une pollution en aval par la décantation des matières en suspension qu'ils permettront. Tous les ouvrages de rétention créés dans le cadre du projet montrent un traitement qualitatif des eaux avec un taux d'abattement supérieur à 80%. Cette décantation permettra également d'abattre la concentration des hydrocarbures entre l'entrée et la sortie de l'ouvrage.</p> <p>Enfin, les déversements accidentels se produisant sur les différentes voiries seront bloqués avant leur rejet au milieu naturel grâce au volume mort disponible dans les ouvrages de rétention et à la mise en place d'un système amont de vannages manuels. Les volumes disponibles seront suffisants pour stocker l'équivalent d'un camion-citerne (30 m<sup>3</sup>).</p>
<b>6 Objectifs de gestion des crues et des inondations</b>	<p><b>6.5.1 Prise en compte des problématiques de ruissellement sur le bassin entier</b></p> <p>Comme évoqué ci-dessus, tous les ouvrages d'assainissement sont dimensionnés pour une période de retour de 10 ans ou de 50 ans lorsque des enjeux sont présents en aval du rejet avec un débit de fuite régulé à hauteur de 3 l/s/ha.</p>
<b>12 Objectifs de gestion des zones humides du bassin</b>	<p><b>12.4.2 Préserver les zones humides existantes</b></p> <p>Les zones humides présentant un intérêt particulier fort devront faire l'objet de mesures de gestion, de protection et de conservation. Lors de l'élaboration ou de la révision des PLU, la CLE recommande d'inscrire tout ou partie des zones humides présentant un intérêt particulier fort en zone N. La CLE souhaite ainsi que les acteurs publics préservent, dans la mesure du possible, les zones humides dont ils sont propriétaires. Cette gestion doit être optimisée en lien avec les Mesures Agri Environnementales (MAE). Dans les programmes d'entretien et de restauration des cours d'eau et sur l'ensemble du réseau hydraulique, on veillera à ne pas supprimer la connexion hydraulique entre les zones humides et les cours d'eau. On cherchera en particulier à éviter la construction de nouveaux merlons lorsque les enjeux ne le justifient pas.</p> <p><b>Le projet n'impacte aucune zone humide sur le territoire du SAGE du Lay.</b></p>

**Le projet est compatible avec les dispositions du SAGE du Lay.**

### 14.2.2.1.2. Conformité avec le règlement

Les articles du règlement susceptibles d'être concernés par le projet sont présentés ci-dessous.

Analyse	
<p><b>Article 6 : Ruissellement : règle spécifique concernant la gestion des eaux pluviales</b></p>	<p><b>5.3.5 Encourager l'utilisation raisonnée des pesticides et l'utilisation des techniques alternatives de désherbage pour les usages agricoles et non agricoles</b></p> <p>« Cette règle d'usage de la ressource s'impose à tout maître d'ouvrage dans le cadre de la rubrique 3.1.5.0. de la nomenclature « Eau ». Elle se réfère à l'article R. 212-47 du Code de l'Environnement. Pour les aménagements, projets, etc., visés aux articles L. 214.-1 et L. 511-1 du code de l'environnement, une limitation des débits spécifiques en sortie de parcelle aménagée de 5 à 10 l/s/ha est fixée pour toute nouvelle imperméabilisation avec mise en place de dispositifs de rétention à la parcelle. Cette règle est liée à la disposition 3D-2 Réduire les rejets d'eaux pluviales du SDAGE Loire Bretagne 2010-2015 et son dernier alinéa concernant les valeurs localement adaptées ».</p> <p>Comme évoqué ci-dessus, tous les ouvrages d'assainissement sont dimensionnés pour une période de retour de 10 ans ou de 50 ans lorsque des enjeux sont présents en aval du rejet avec un débit de fuite régulé à hauteur de 3 l/s/ha, soit un débit inférieur aux limites fixées par l'article ci-dessus.</p>

**Le projet est conforme avec le règlement du SAGE du Lay.**

### 14.2.2.2. Sage Sèvre niortaise et Marais poitevin

Les fortes pressions anthropiques du bassin versant altèrent de manière significative la qualité des ressources en eau ainsi que leur disponibilité. Ce constat est à la base des principaux enjeux retenus par la Commission Locale de l'Eau.

A ceux-ci s'ajoutent d'autres enjeux liés aux crues des cours d'eau, à la qualité des milieux naturels, à l'activité économique liée au tourisme.

La Commission Locale de l'Eau a retenu dès les débuts de l'élaboration du SAGE, huit grands enjeux, qui recourent à la fois les enjeux soulignés par le SDAGE et ceux définis par les commissions inter-SAGE, le tout dans une perspective d'atteinte des grands objectifs édictés par la Directive Cadre sur l'Eau.

Les enjeux sont les suivants :

- Gestion quantitative de la ressource en période d'étiage ;
- Gestion qualitative des eaux superficielles et souterraines ;
- Alimentation de la population en eau potable ;
- Maintien de l'activité conchylicole ;
- Gestion et prévention des risques naturels ;
- Préservation des milieux naturels ;
- Préservation de la ressource piscicole ;
- Satisfaction des usages touristiques et de loisirs.

La commission locale de l'eau chargée d'établir le schéma d'aménagement et de gestion des eaux de la Sèvre niortaise et du Marais poitevin a déterminé douze objectifs généraux, assortis le cas échéant de dispositions, selon trois thématiques majeures :

- Pour la gestion qualitative des eaux superficielles et souterraines ;
- Pour la gestion quantitative des ressources en période d'étiage ;
- Pour la gestion des crues et des inondations.

### 14.2.2.2.1. Compatibilité avec le Plan d'Aménagement et de Gestion Durables

Parmi les dispositions du SAGE, celles qui intéressent principalement le projet portent sur la maîtrise des eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée.

Dispositions (extraits)	
<p><b>Gestion qualitative des eaux superficielles et souterraines</b></p>	<p><b>2I Réduire et rationaliser l'utilisation non agricole des pesticides</b></p> <p><i>2I-3 Il est recommandé : - de veiller à ce que chaque agent public appliquant des produits phytosanitaires dispose d'une formation spécifique sur : les risques liés à la santé et à l'environnement la bonne utilisation de ces produits phytosanitaires les techniques alternatives possibles - aux entreprises publiques, établissements publics et concessionnaires (RFF, SNCF, sociétés d'autoroutes, EDF, etc.) d'assurer une formation spécifique aux agents d'entretien sur les mêmes bases citées auparavant. - aux communes que leurs plans de désherbage soient réalisés par un prestataire extérieur pour favoriser une véritable remise en cause des pratiques, soient accompagnés d'une charte de désherbage, qui vise à en préciser le contenu technique et méthodologique. - à des communes pilotes de lancer des appels à projet d'opérations « Zéro phyto</i></p> <p>L'entretien des surfaces enherbées, des aménagements paysagers et des espaces associés se fera selon des techniques non polluantes. L'utilisation de produits phytosanitaires sera proscrite, afin de protéger les ressources en eau. Les techniques alternatives utilisées peuvent être de natures différentes : balayage et brossage mécanique, désherbage thermique à flamme, fauchage, paillage, plantes couvre-sols, prairies fleuries et mellifères, désherbage manuel et mécanique.</p> <p><b>3B Améliorer la gestion des eaux pluviales</b></p> <p><i>3B-1 La gestion des eaux pluviales fait l'objet d'une réflexion par priorité à la source, intégrant la maîtrise des écoulements des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle, puis du quartier, puis du petit bassin versant ou de la commune</i></p> <p><i>3B-7 Il est recommandé de privilégier le recours aux techniques alternatives suivantes (liste non exhaustive) : - micro-stockages à la parcelle, en toiture ou sur le terrain, - biofiltration : fossés, noues, bandes végétalisées, zones humides, - chaussées poreuses et à structure réservoir, - bassins, tranchées et points d'infiltration, - bassins de retenue, de décantation.</i></p> <p>En raison des faibles emprises disponibles et de la problématique de remontée de nappe sur certains secteurs, la solution d'infiltration n'a pas été retenue pour une partie des bassins versants. Pour ces derniers, les eaux pluviales seront rejetées dans le milieu naturel ou dans le réseau pluvial public existant à l'aval du site. Toutefois, certains bassins ne seront pas étanches et permettront donc l'infiltration des eaux pour des pluies courantes. Par ailleurs, les ouvrages d'assainissement sont dimensionnés soit pour une période de retour de 10 ans (bassins versants 1, 2, 3 et 5) soit pour une période de retour de 50 ans (bassin versant 4 pour lequel des enjeux sont présents en aval du projet) avec un débit de fuite régulé à hauteur de 3 l/s/ha.</p> <p>D'une part, certains ouvrages ne seront pas étanchéifiés et permettront une infiltration des eaux lors des premières pluies. L'infiltration est une solution technique qui favorise la filtration des particules fines sur lesquelles est adsorbée une grande partie de la pollution et qui permet d'assurer un abattement de la charge polluante et de limiter ainsi l'impact</p>

	<p>des rejets sur la qualité de la ressource en eau souterraine. Les mécanismes auto-épuration du sol (filtration, adsorption et processus biologiques) permettront en effet un abattement de la charge polluante des eaux pluviales infiltrées.</p> <p>D'autre part, les ouvrages de gestion des eaux pluviales (ouvrages de collecte et de régulation/rétention) permettront de limiter une pollution en aval par la décantation des matières en suspension qu'ils permettront. Tous les ouvrages de rétention créés dans le cadre du projet montrent un traitement qualitatif des eaux avec un taux d'abattement supérieur à 80%. Cette décantation permettra également d'abattre la concentration des hydrocarbures entre l'entrée et la sortie de l'ouvrage.</p> <p>Enfin, les déversements accidentels se produisant sur les différentes voiries seront bloqués avant leur rejet au milieu naturel grâce au volume mort disponible dans les ouvrages de rétention et à la mise en place d'un système amont de vannages manuels. Les volumes disponibles seront suffisants pour stocker l'équivalent d'un camion-citerne (30 m<sup>3</sup>).</p>
<b>Gestion quantitative en période d'étiage</b>	<p><b>6B Renforcer les connaissances sur les échanges nappes/cours d'eau et nappe/marais</b></p> <p><i>6B-2 Il est recommandé :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la poursuite des études de quantification des volumes issus des sources de débordement des nappes des calcaires jurassiques situées en périphérie dans le marais, en particulier en étiage par la réutilisation des données et des modèles existants ou en cours d'élaboration.</li> <li>- la réalisation d'expertises pour identifier et quantifier :             <ul style="list-style-type: none"> <li>les infiltrations des eaux des cours d'eau vers la nappe (Vendée à l'aval de Fontenay le Comte, Sèvre niortaise amont etc.) ;</li> <li>les pertes d'eau des marais de bordure vers la nappe (infiltration via les fossés sur calcaire ou les résurgences) ;</li> <li>Les sources de débordement de la nappe au marais (altimétrie, débits, durées d'écoulement, période de tarissement) ;</li> <li>la relation entre la nappe, sur les bassins Sèvre amont et Lambon, et le débit de la Sèvre niortaise à la Tiffardière afin de préciser les seuils de POE/PCR et DOE/DCR.</li> </ul> </li> <li>- la réalisation d'expertises dans les bassins d'alimentation de captages en eau potable pour identifier et quantifier l'importance de la capacité d'autoépuration des aquifères par le phénomène de dénitrification naturelle dans les nappes captives (notamment dans les fonds de vallées)</li> </ul> <p>Les études menées dans le cadre du projet ont permis d'améliorer la compréhension du phénomène de débordement de nappe sur le secteur d'étude.</p>

**Le projet est compatible avec les dispositions du SAGE Sèvre niortaise et Marais poitevin.**

#### 14.2.2.2. Conformité avec le règlement

Les articles du règlement susceptibles d'être concernés par le projet sont présentés ci-dessous.

	Analyse
<b>Article 4</b>	<p>Les rejets d'eaux pluviales canalisées, collectant des bassins versants dont la somme des surfaces (par type d'occupation des sols) multipliées par le coefficient d'imperméabilisation (correspondant à ce type) est supérieure à 2 ha, et susceptibles de donner lieu à un rejet direct et non traité dans le milieu récepteur, sont aménagés a minima de dispositifs de traitements primaires dans un délai de 5 ans à compter de la date d'approbation du SAGE par arrêté préfectoral. Ces dispositifs font l'objet d'un entretien régulier, destiné à assurer l'efficacité de la dépollution. Les rejets d'eaux pluviales canalisées sont réglementés individuellement, de manière à favoriser la mobilisation utile et efficace des techniques alternatives suivantes (microstockages à la parcelle, en toiture ou sur le terrain, bio-filtration : fossés, noues, bandes végétalisées, zones humides, chaussées poreuses et à structure réservoir, bassins, tranchées et points d'infiltration, bassins de retenue, de décantation, etc).</p> <p>En raison des faibles emprises disponibles et de la problématique de remontée de nappe sur certains secteurs, la solution d'infiltration n'a pas été retenue pour une partie des bassins versants. Pour ces derniers, les eaux pluviales seront rejetées dans le milieu naturel ou dans le réseau pluvial public existant à l'aval du site. Toutefois, certains bassins ne seront pas étanches et permettront donc l'infiltration des eaux pour des pluies courantes. Par ailleurs, les ouvrages d'assainissement sont dimensionnés soit pour une période de retour de 10 ans (bassins versants 1, 2, 3 et 5) soit pour une période de retour de 50 ans (bassin versant 4 pour lequel des enjeux sont présents en aval du projet) avec un débit de fuite régulé à hauteur de 3 l/s/ha.</p> <p>D'une part, certains ouvrages ne seront pas étanchéifiés et permettront une infiltration des eaux lors des premières pluies. L'infiltration est une solution technique qui favorise la filtration des particules fines sur lesquelles est adsorbée une grande partie de la pollution et qui permet d'assurer un abattement de la charge polluante et de limiter ainsi l'impact des rejets sur la qualité de la ressource en eau souterraine. Les mécanismes auto-épuration du sol (filtration, adsorption et processus biologiques) permettront en effet un abattement de la charge polluante des eaux pluviales infiltrées.</p> <p>D'autre part, les ouvrages de gestion des eaux pluviales (ouvrages de collecte et de régulation/rétention) permettront de limiter une pollution en aval par la décantation des matières en suspension qu'ils permettront. Tous les ouvrages de rétention créés dans le cadre du projet montrent un traitement qualitatif des eaux avec un taux d'abattement supérieur à 80%. Cette décantation permettra également d'abattre la concentration des hydrocarbures entre l'entrée et la sortie de l'ouvrage.</p> <p>Enfin, les déversements accidentels se produisant sur les différentes voiries seront bloqués avant leur rejet au milieu naturel grâce au volume mort disponible dans les ouvrages de rétention et à la mise en place d'un système amont de vannages manuels. Les volumes disponibles seront suffisants pour stocker l'équivalent d'un camion-citerne (30 m<sup>3</sup>).</p>

**Le projet est conforme avec le règlement du SAGE du Sèvre niortaise et Marais poitevin.**

### 14.2.3. Compatibilité avec le Plan de Gestion des Risques Inondations

Ce paragraphe s'attache à évaluer et justifier la compatibilité du projet avec le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) 2022-2027 sur le bassin Loire-Bretagne. Le PGRI vise à prévenir et gérer les risques d'inondation en définissant les priorités stratégiques à l'échelle de grands bassins hydrographiques.

**Pour rappel, le projet n'est pas concerné par le risque inondation et ainsi par aucun Plan de Prévention du Risque Inondation. En revanche, le ruissellement en lien avec l'imperméabilisation et l'aménagement du territoire constitue un enjeu.**

Six objectifs et quarante-huit dispositions ont ainsi été définis pour le bassin Loire-Bretagne :

Objectifs	Dispositions
<b>Objectif 1 : Préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et les capacités de ralentissement des submersions marines (SDAGE 2022-2027) ;</b>	Le projet n'est pas concerné par cet objectif.
<b>Objectif 2 : Planifier l'organisation et l'aménagement du territoire en tenant compte du risque ;</b>	<p><b>Disposition 2-14 « Prévenir, voire réduire, le ruissellement et la pollution des eaux pluviales »</b></p> <p><b>Disposition 2-15 « Limiter les apports d'eaux de ruissellement* dans les réseaux d'eaux pluviales et le milieu naturel dans le cadre des aménagements »</b></p> <p>Ces dispositions reprennent les dispositions 3D-1 et 3D-2 du SDAGE Loire-Bretagne. L'analyse de la compatibilité du projet est ainsi faite ci-dessus dans le tableau relatif à l'analyse de la compatibilité du projet vis-à-vis du SDAGE. En résumé, des bassins de rétention seront réalisés afin de réguler le débit de rejet au milieu récepteur en cas d'évènement pluvieux et ainsi limiter le risque inondation. Les bassins ont été dimensionnés pour une période de retour décennale ou cinquantennale lorsque des enjeux sont présents en aval du rejet avec un débit de fuite de 3 l/s/ha.</p>
<b>Objectif 3 : Réduire les dommages aux personnes et aux biens implantés en zone inondable ;</b>	Le projet n'est pas concerné par cet objectif.
<b>Objectif 4 : Intégrer les ouvrages de protection contre les inondations dans une approche globale ;</b>	Le projet n'est pas concerné par cet objectif.
<b>Objectif 5 : Améliorer la connaissance et la conscience du risque d'inondation ;</b>	Le projet n'est pas concerné par cet objectif.
<b>Objectif 6 : Se préparer à la crise et favoriser le retour à la normale.</b>	Le projet n'est pas <b>concerné</b> par cet objectif.

## 15. Noms, qualité et qualifications des auteurs de l'étude d'impact

La présente étude d'impact a été réalisée par :



Avec la participation directe de :

- ▶ Sylvie GUEVEL, chargée d'étude environnement, diplômée en DESS Espaces et Milieux à Paris VII ;
- ▶ Charly METEAU, ingénieur environnement, diplômé en génie de l'environnement à l'Agrocampus Ouest de Rennes ;
- ▶ Myriam PIED, cheffe de projet environnement/nature en ville, diplômée en aménagement et des territoires à l'IGARUN ;
- ▶ Aymeric MOUSSEAU, naturaliste/écologie, diplômé en gestion et protection de la nature ;
- ▶ Damien DANTHU, expert en infrastructures et transport, diplômé en génie civil et infrastructures à l'IUP GCI de Saint-Nazaire ;
- ▶ Jean-Philippe BARREAU, chef de projet mobilités – déplacements, diplômé en économie des transports à l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées de Paris ;
- ▶ Agnès REYMOND, cheffe de projet air et santé, diplômée en études d'impact et d'environnement à l'ESA d'Angers ;
- ▶ Jérôme GALVEZ, chargé de projet en acoustique, diplômé en acoustique de l'habitat à Poitiers ;
- ▶ Julie FERRERO, paysagiste conceptrice, diplômée en ingénierie paysagiste à l'INHP d'Angers ;
- ▶ Fabrice BOUCHAUD, graphiste, diplômé en design graphique et communication visuelle, de l'école Pivaut de Nantes ;
- ▶ Véronique ROUAUD, cartographe, diplômée en arts plastiques, de l'Université de Rennes ;
- ▶ Laurent GOURET, gérant du bureau d'études O-GEO, chiroptérologue.
- ▶ Elsie GUIGNARD Chargée de mission Aménagement-Urbanisme Chambre d'Agriculture

## 16. Annexes

### 16.1. Modélisations des concentrations en particules PM10

Figure 221 : concentrations annuelles en PM10 modélisées – état initial

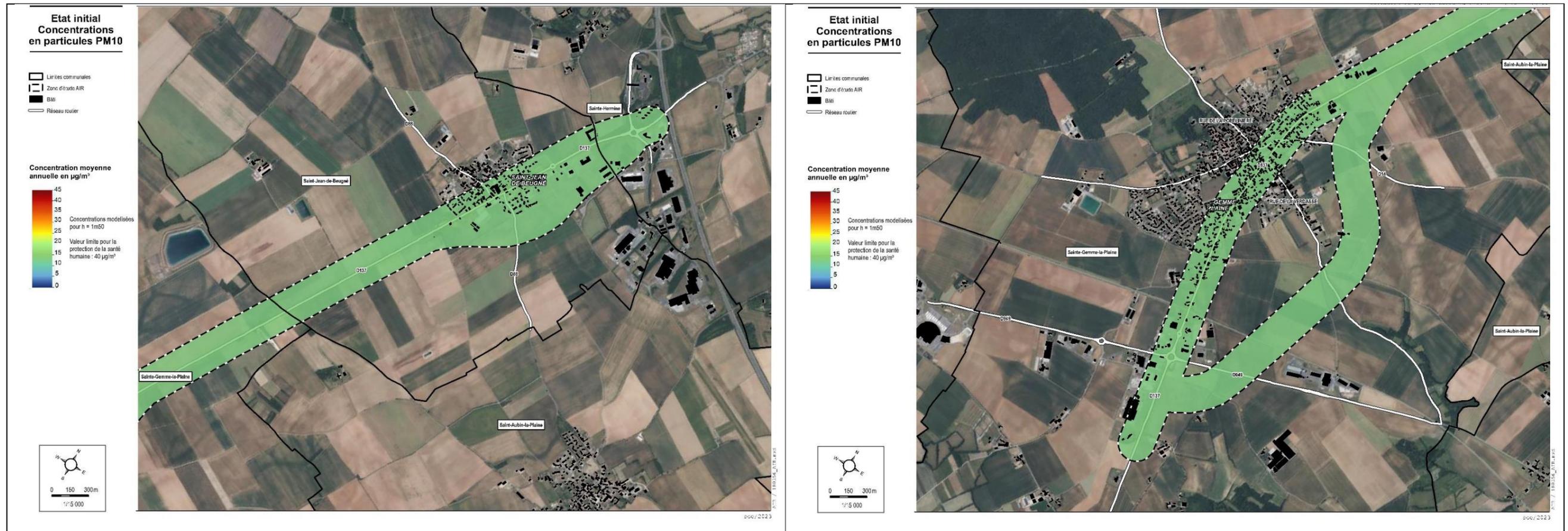


Figure 222 : concentrations annuelles en PM10 modélisées – état futur sans projet – 2025

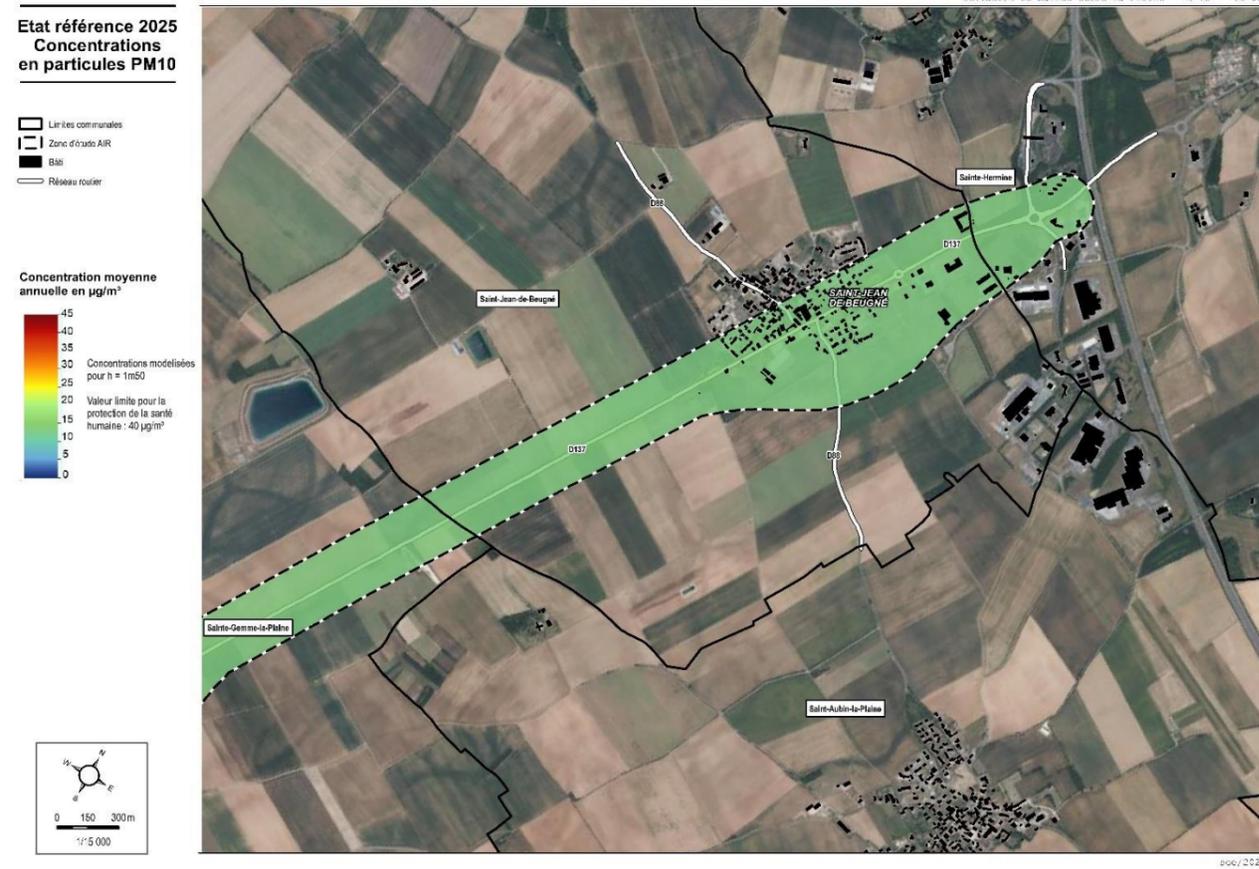


Figure 223 : concentrations annuelles en PM10 modélisées – état futur avec projet – 2025

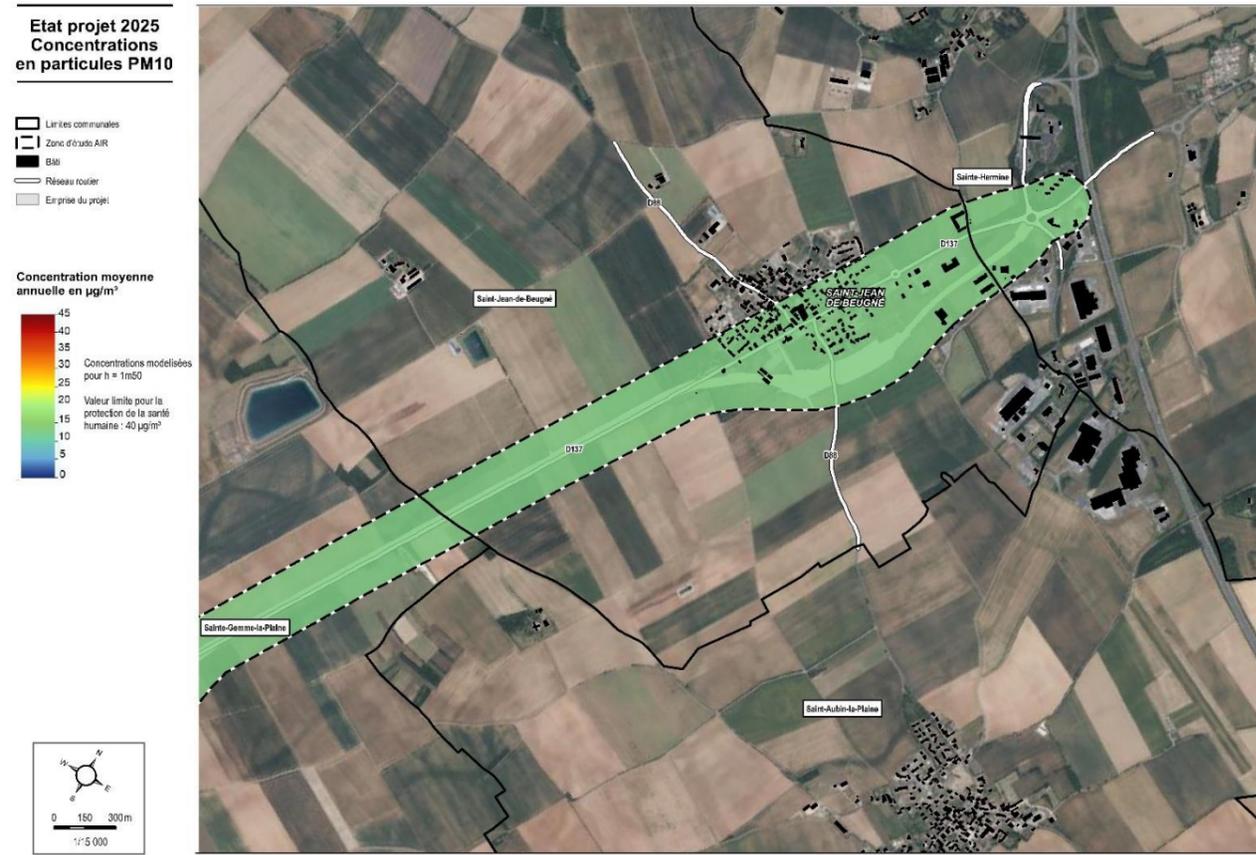


Figure 224 : concentrations annuelles en PM10 modélisées – état futur sans projet – 2045

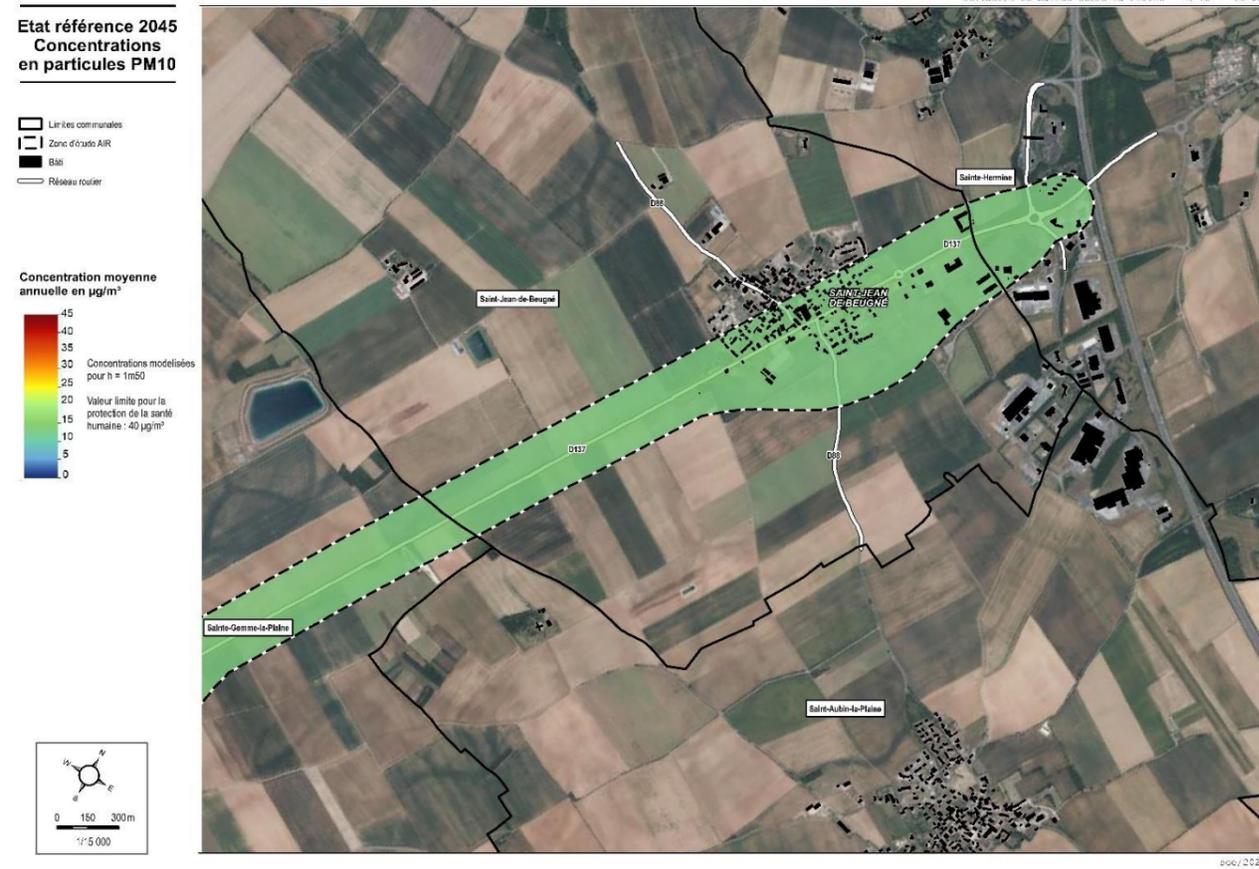


Figure 225 : concentrations annuelles en PM10 modélisées – état futur avec projet – 2045



## 16.2. Fiches de mesures de qualité de l'air

### Caractéristiques du site

Site	1
Type d'influence	Trafic
Environnement	Urbain
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

### Photographie du site



### Caractéristiques du site

Site	2
Type d'influence	Fond
Environnement	Rural
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

### Photographie du site



### Vue aérienne et localisation du point de mesure



### Vue aérienne et localisation du point de mesure





**Caractéristiques du site**

Site	5
Type d'influence	Trafic
Environnement	Urbain
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

**Photographie du site**



**Caractéristiques du site**

Site	6
Type d'influence	Fond
Environnement	Rural
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

**Photographie du site**



**Vue aérienne et localisation du point de mesure**



**Vue aérienne et localisation du point de mesure**



**Caractéristiques du site**

Site	7
Type d'influence	Trafic
Environnement	Urbain
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

**Photographie du site**



**Caractéristiques du site**

Site	8
Type d'influence	Fond
Environnement	Rural
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

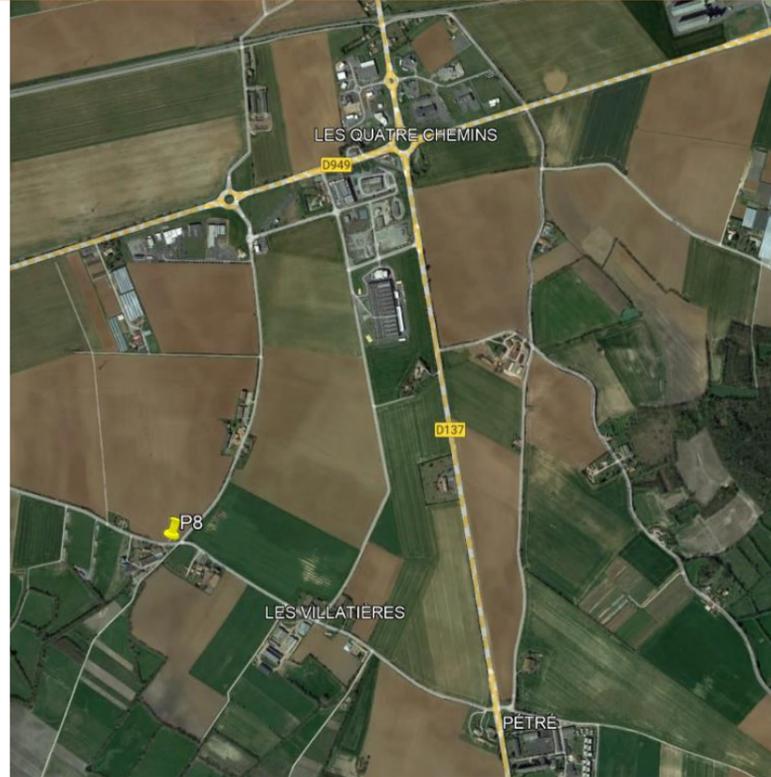
**Photographie du site**



**Vue aérienne et localisation du point de mesure**



**Vue aérienne et localisation du point de mesure**



### Caractéristiques du site

Site	9
Type d'influence	Fond
Environnement	Urbain
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

### Photographie du site



### Caractéristiques du site

Site	10
Type d'influence	Fond
Environnement	Rural
Période de mesure	Du 05/03/19 au 19/03/19 Du 17/07/19 au 31/07/19
Polluant mesuré	Dioxyde d'azote
Technique utilisée	Tubes à diffusion passive

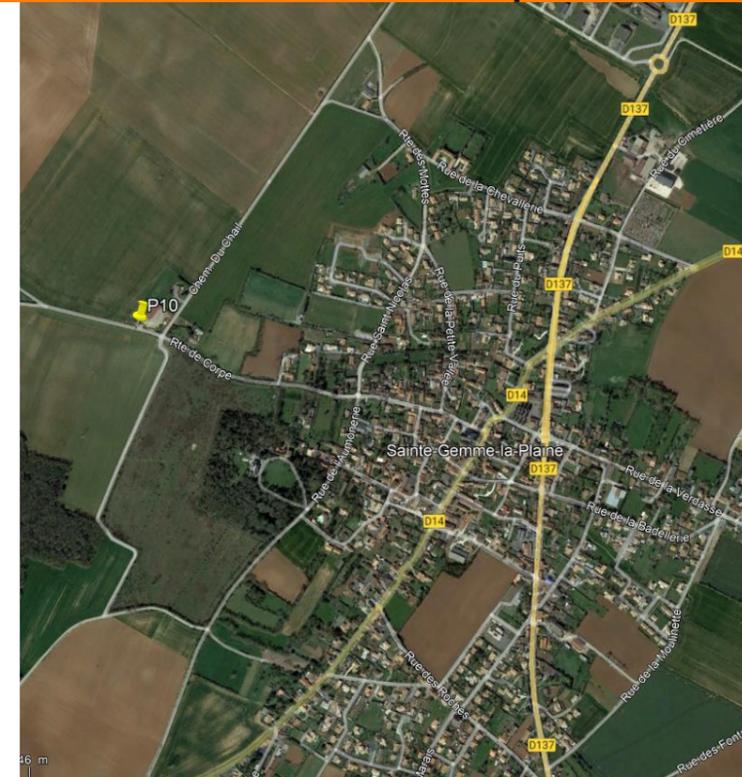
### Photographie du site



### Vue aérienne et localisation du point de mesure



### Vue aérienne et localisation du point de mesure



### 16.3. Liste des végétaux recensés au sein de l'air d'étude

	Espèces indicatrices de secteurs humides
	Espèces Exotiques Envahissantes
	Espèces patrimoniales

LB_NOM	NOM_VERN	Habitat optimal	ZH arrêté	N2000	Deter Znieff PDL	Esp prot Franc	Esp prot PDL	LR Fr	LR PDL
<i>Acer campestre</i>	Érable champêtre, Acénaie	Bois caducifoliés médioeuropéens, planitiaires-collinéens, neutrophiles						LC	LC
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Érable sycomore, Grand érable	Bois caducifoliés médioeuropéens						LC	LC
<i>Achillea millefolium</i>	Achillée millefeuille, Herbe au charpentier, Sourcils-de-Vénus	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques						LC	LC
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Aigremoine, Francormier	Ourlets basophiles médioeuropéens mésohydriques, planitiaires-collinéens						LC	LC
<i>Ajuga reptans</i>	Bugle rampante, Consyre moyenne	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, pâturées						LC	LC
<i>Alcea rosea</i>	Rose trémière, Passerose	Friches vivaces mésoxérophiles, subméditerranéennes						LC	LC
<i>Alliaria petiolata</i>	Alliaire, Herbe aux aulx	Ourlets internes médioeuropéens, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	Bois caducifoliés médioeuropéens, hygrophiles à amphibiens	X					LC	LC
<i>Alopecurus bulbosus</i>	Vulpin bulbeux	Prairies hygrophiles, européennes, thermophiles	X					NA	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Amarante réfléchie, Amaranthe à racine rouge, Blé rouge	Friches annuelles médioeuropéennes, subnitrophiles à nitrophiles						LC	LC
<i>Ammi majus</i>	Ammi élevé, Grand ammi	Annuelles commensales des cultures basophiles						LC	LC
<i>Anacamptis laxiflora</i>	Orchis à fleurs lâches	Prairies hygrophiles fauchées, méditerranéoatlantiques						LC	LC
<i>Anacamptis morio</i>	Orchis bouffon	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohydriques						LC	LC
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	Orchis pyramidal, Anacamptis en pyramide	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohydriques						LC	LC
<i>Andryala integrifolia</i>	Andryale à feuilles entières, Andryale à feuilles entières sinueuse, Andryale sinueuse	Friches annuelles, nitrophiles, thermophiles, estivales à automnales, mésohydriques						LC	LC
<i>Anemone nemorosa</i>	Anémone des bois, Anémone sylvie	Sous-bois herbacés médioeuropéens, planitiaires à montagnards						LC	LC
<i>Anisantha sterilis</i>	Brome stérile	Friches annuelles européennes						LC	LC
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante	Pelouses acidophiles médioeuropéennes à boréo-subalpines						LC	LC
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Cerfeuil des bois, Persil des bois	Ourlets externes médioeuropéens, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Aphanes arvensis</i>	Alchémille des champs, Aphanes des champs	Annuelles commensales des cultures acidophiles, mésohydriques, mésothermes						LC	LC
<i>Arctium minus</i>	Bardane à petites têtes, Bardane à petits capitules	Friches vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques, héliophiles						LC	LC
<i>Aristolochia clematitis</i>	Aristolochie clématite, Poison de terre	Friches vivaces rudérales pionnières, mésoxérophiles, médioeuropéennes	X					LC	LC
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Fromental élevé, Ray-grass français	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, fauchées						LC	LC
<i>Artemisia vulgaris</i>	Armoise commune, Herbe de feu	Friches vivaces xérophiles européennes						LC	DD
<i>Arum italicum</i>	Gouet d'Italie, Pied-de-veau	Sous-bois herbacés médioeuropéens, basophiles						LC	LC
<i>Arum maculatum</i>	Gouet tâcheté, Chandelle	Sous-bois herbacés médioeuropéens, basophiles						LC	LC
<i>Avena barbata</i>	Avoine barbue	Friches annuelles, subnitrophiles, méditerranéennes à subméditerranéennes, vernaies						LC	LC
<i>Barbarea vulgaris</i>	Barbarée commune, Herbe de sainte Barbe	Mégaphorbiaies planitiaires-collinéennes, eutrophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Bellis perennis</i>	Pâquerette	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, pâturées						LC	LC
<i>Beta vulgaris</i>	Betterave commune, Bette-épinard	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Betula pendula</i>	Bouleau verruqueux	Bois caducifoliés médioeuropéens, acidophiles, oligotrophiles						LC	LC

LB_NOM	NOM_VERN	Habitat optimal	ZH arrêté	N2000	Deter Znieff PDL	Esp prot Franc	Esp prot PDL	LR Fr	LR PDL
<i>Blackstonia perfoliata</i>	Chlorette, Chlore perfoliée	Tonsures hygrophiles de niveau topographique moyen, marnicoles basophiles						LC	LC
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Scirpe maritime	Roselières submaritimes	X					LC	LC
<i>Borago officinalis</i>	Bourrache officinale	Friches annuelles médioeuropéennes, subnitrophiles à nitrophiles						LC	LC
<i>Brachypodium rupestre</i>	Brachypode des rochers	Ourllets basophiles européens						LC	LC
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Brachypode des bois, Brome des bois	Ourllets internes médioeuropéens, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Bromopsis erecta</i>	Brome des prés, brome dréssé	Pelouses basophiles médioeuropéennes méridionalo-occidentales						LC	LC
<i>Bromus hordeaceus</i>	Brome mou	Pelouses basophiles médioeuropéennes méridionalo-occidentales						LC	LC
<i>Buddleja davidii</i>	Arbre aux papillons	Friches annuelles européennes						LC	LC
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Capselle bourse-à -pasteur, Bourse-de-capucin	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC
<i>Cardamine pratensis</i>	Cardamine des prés, Cresson des prés	Annuelles commensales des cultures	X					LC	LC
<i>Carex flacca</i>	Lâche glauque	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohygrophiles marnicoles, mésothermes						LC	LC
<i>Carpinus betulus</i>	Charme, Charmille	Bois caducifoliés médioeuropéens, planitiaux-collinéens						LC	LC
<i>Castanea sativa</i>	Chataignier, Châtaignier commun	Bois caducifoliés médioeuropéens, acidophiles, oligotrophiles						DD	LC
<i>Centaurea jacea</i>	Centauree jacée	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, fauchées, mésothermes, planitiaux à montagnards						LC	LC
<i>Centaurea nigra</i>	Centauree noire	Pelouses acidophiles médioeuropéennes à boréo-subalpines						LC	LC
<i>Centaureum erythraea</i>	Petite centaurée commune, Erythrée	Tonsures hygrophiles à hydrophiles, européennes						LC	LC
<i>Ceratochloa cathartica</i>	Brome cathartique	Friches vivaces rudérales pionnières, mésoxérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Cerastium fontanum</i>	Céraiste commune	Prairies européennes						LC	LC
<i>Cerastium glomeratum</i>	Céraiste aggloméré	Ourllets thérophytiques vernaux, nitrophiles, médioeuropéens, planitiaux						LC	LC
<i>Chenopodium album</i>	Chénopode blanc, Senouise	Annuelles commensales des cultures						LC	LC
<i>Cichorium intybus</i>	Chicorée amère, Barbe-de-capucin	Friches vivaces xérophiles européennes						LC	LC
<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs, Chardon des champs	Friches et lisières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques à mésohygrophiles						LC	LC
<i>Cirsium vulgare</i>	Cirse commun, Cirse à feuilles lancéolées, Cirse lancéolé	Friches vivaces xérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Clematis vitalba</i>	Clématite des haies, Herbe aux gueux	Lianes grimpantes sur parois et arbres						LC	LC
<i>Clinopodium vulgare</i>	Sariette commune, Grand Basilic	Ourllets basophiles européens						LC	LC
<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron des champs, Vrillée	Friches vivaces rudérales pionnières, mésoxérophiles, médioeuropéennes, psychrophiles						LC	LC
<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin, Sanguine	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC
<i>Cortaderia selloana</i>	Herbe de la Pampa	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC
<i>Corylus avellana</i>	Noisetier, Avelinier	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC
<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine à un style, épine noire, Bois de mai	Tonsures annuelles basophiles, aéromésohydriques, méso à subméditerranéennes						NA	
<i>Crepis sancta</i>	Crépide de Nîmes	Ourllets externes médioeuropéens, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Cruciata laevipes</i>	Gaillet croisette, Croisette commune	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, fauchées						LC	LC
<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré, Pied-de-poule	Pelouses acidophiles médioeuropéennes, planitiaux-collinéennes						LC	LC
<i>Danthonia decumbens</i>	Danthonie, Sieglingie retombante	Chaméphytaies sciaphiles de sous-bois forestier thermophile, méditerranéo-atlantiques						LC	LC
<i>Daphne laureola</i>	Daphné lauréole, Laurier des bois	Friches vivaces xérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage, Daucus carotte	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC

LB_NOM	NOM_VERN	Habitat optimal	ZH arrêté	N2000	Deter Znieff PDL	Esp prot Franc	Esp prot PDL	LR Fr	LR PDL
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Digitaire sanguine, Digitaire commune	Annuelles commensales des cultures acidophiles, mésohydriques, thermophiles						LC	LC
<i>Dioscorea communis</i>	Sceau de Notre Dame	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-collinéens, thermophiles						LC	LC
<i>Draba verna</i>	Drave de printemps	Ourllets thérophytiques vernaux, nitrophiles, thermophiles						LC	LC
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Échinochloé Pied-de-coq, Pied-de-coq	Friches annuelles hygrophiles eutrophiles pionnières, eurasiatiques						LC	LC
<i>Epilobium angustifolium</i>		Mégaphorbiaies de clairières médioeuropéennes, mésohydriques à mésohygrophiles, mésoeutrophiles						NA	
<i>Epilobium ciliatum</i>	Épilobe cilié	Friches et lisières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques à mésohygrophiles						LC	LC
<i>Erigeron sp</i>		Friches annuelles médioeuropéennes, subnitrophiles à nitrophiles						NA	
<i>Erigeron canadensis</i>	Conyze du Canada	Friches annuelles médioeuropéennes, subnitrophiles à nitrophiles							
<i>Erodium cicutarium</i>	Érodium à feuilles de cigue, Bec de grue, Cicutaire	Tonsures annuelles acidophiles, mésothermes, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Eryngium campestre</i>	Chardon Roland, Panicaut champêtre	Pelouses basophiles médioeuropéennes						NA	
<i>Eschscholzia californica</i>	Pavot de Californie, Eschscholzie de Californie	Annuelles commensales des cultures						LC	LC
<i>Euonymus europaeus</i>	Bonnet-d'évêque	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, méso à eutrophiles							
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbe réveil matin							LC	LC
<i>Falcaria vulgaris</i>	Falcaire de Rivin	Friches vivaces rudérales pionnières, mésoxérophiles, médioeuropéennes, thermophiles						LC	LC
<i>Fallopia aubertii</i>	Renouée de Chine, Renouée de Boukhara	Lianes grimpantes sur parois et arbres							
<i>Fallopia convolvulus</i>	Renouée liseron, Faux-liseron	Annuelles commensales des cultures						LC	LC
<i>Ficaria verna</i>	Ficaire à bulbilles	Sous-bois herbacés médioeuropéens, basophiles, hygrophiles à mésohygrophiles						LC	LC
<i>Fragaria vesca</i>	Fraisier sauvage, Fraisier des bois	Ourllets basophiles médioeuropéens mésohydriques, des clairières						LC	LC
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne élevé, Frêne commun	Bois caducifoliés médioeuropéens	X					LC	LC
<i>Fritillaria meleagris</i>	Pintade, Fritillaire damier, Fritillaire pintade	Prairies hygrophiles, médioeuropéennes, psychrophiles	X					LC	LC
<i>Fumaria officinalis</i>	Fumeterre officinale, Herbe à la veuve	Annuelles commensales des cultures basophiles						LC	LC
<i>Galium aparine</i>	Gaillet gratteron, Herbe collante	Annuelles pionnières nitrophiles des clairières et lisières européennes, psychrophiles						LC	LC
<i>Galium mollugo</i>	Gaillet commun, Gaillet Mollugine	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques						LC	LC
<i>Galium palustre</i>	Gaillet des marais	Prairies hydrophiles, européennes	X					LC	LC
<i>Geranium dissectum</i>	Géranium découpé, Géranium à feuilles découpées	Annuelles commensales des cultures basophiles						LC	LC
<i>Geranium molle</i>	Géranium à feuilles molles	Ourllets thérophytiques vernaux, nitrophiles, thermophiles						LC	LC
<i>Geranium robertianum</i>	Herbe à Robert	Annuelles pionnières nitrophiles des clairières et lisières européennes, psychrophiles						LC	LC
<i>Geranium rotundifolium</i>	Géranium à feuilles rondes, Mauvette	Ourllets thérophytiques vernaux, nitrophiles, thermophiles						LC	LC
<i>Geum urbanum</i>	Benoîte commune, Herbe de saint Benoît	Friches et lisières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Glechoma hederacea</i>	Lierre terrestre, Gléchome Lierre terrestre	Friches et lisières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Hedera helix</i>	Lierre grimpant, Herbe de saint Jean	Lianes grimpantes sur parois et arbres						LC	LC
<i>Helminthotheca echioides</i>	Picride fausse Vipérine	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Heracleum sphondylium</i>	Patte d'ours, Berce commune, Grande Berce	Ourllets externes médioeuropéens, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Himantoglossum hircinum</i>	Orchis bouc, Himantoglosse à odeur de bouc	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales						LC	LC
<i>Holcus lanatus</i>	Houlque laineuse, Blanchard	Prairies européennes						NA	
<i>Hyacinthoides hispanica</i>	Jacinthe d'Espagne	Sous-bois herbacés médioeuropéens, basophiles						LC	LC
<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis perforé, Herbe de la Saint-Jean	Friches vivaces xérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Hypochaeris radicata</i>	Porcelle enracinée	Pelouses des sables continentaux acidophiles, médioeuropéennes à méditerranéennes						LC	LC

LB_NOM	NOM_VERN	Habitat optimal	ZH arrêté	N2000	Deter Znieff PDL	Esp prot Franc	Esp prot PDL	LR Fr	LR PDL
<i>Ilex aquifolium</i>	Houx	Bois caducifoliés médioeuropéens, acidophiles, oligotrophiles, psychrophiles						LC	LC
<i>Inula conyza</i>	Inule conyze, Inule squarreuse	Ourlets basophiles médioeuropéens, xérophiles, occidentaux						LC	LC
<i>Iris foetidissima</i>	Iris fétide, Iris gigot, Glaïeul puant	Ourlets basophiles européens, xérophiles						LC	LC
<i>Iris pseudacorus</i>	Iris faux acore, Iris des marais	Roselières et grandes cariçaies eurasiatiques	X					LC	LC
<i>Jacobaea vulgaris</i>	Herbe de saint Jacques	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						NA	
<i>Juglans regia</i>	Noyer commun, Calottier	Bois caducifoliés médioeuropéens						LC	
<i>Laburnum anagyroides</i>	Faux-ébénier, Cytise, Aubour	Fourrés arbustifs atlantiques, planitiaux-collinéens, mésotrophiles, basophiles						LC	LC
<i>Lamium purpureum</i>	Lamier pourpre, Ortie rouge	Annuelles commensales des cultures sarclées basophiles, médioeuropéennes, mésothermes						LC	
<i>Laurus nobilis</i>	Laurier-sauce	Bois méditerranéens sempervirents						LC	LC
<i>Leontodon saxatilis</i>	Liondent faux-pissenlit, Léontodon des rochers	Pelouses des sables continentaux, médioeuropéennes à méditerranéennes						DD	LC
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Marguerite commune, Leucanthème commun	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques						NA	
<i>Ligustrum lucidum</i>	Troène luisant	Bois caducifoliés médioeuropéens, planitiaux-collinéens						LC	LC
<i>Ligustrum vulgare</i>	Troène, Raisin de chien	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC
<i>Linaria vulgaris</i>	Linaire commune	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Lipandra polysperma</i>	Limoine	Annuelles commensales des cultures acidophiles, mésohygrophiles						LC	LC
<i>Lonicera periclymenum</i>	Chèvrefeuille des bois, Cranquillier	Lianes grimpantes sur parois et arbres						LC	LC
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé, Pied de poule, Sabot-de-la-mariée	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohydriques						LC	LC
<i>Lysimachia arvensis</i>	Mouron rouge, Fausse Morgeline	Annuelles commensales des cultures						LC	LC
<i>Malva sylvestris</i>	Mauve sauvage, Mauve sylvestre, Grande mauve	Friches vivaces xérophiles européennes						LC	LC
<i>Medicago arabica</i>	Luzerne tachetée	Annuelles commensales des cultures basophiles						LC	LC
<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline, Minette	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohydriques						LC	
<i>Medicago sativa</i>	Luzerne cultivée	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Mentha aquatica</i>	Menthe aquatique, Baume d'eau, Baume de rivière, Bonhomme de rivière, Menthe rouge, Riolet, Menthe à grenouille	Prairies hydrophiles, européennes	X					LC	LC
<i>Mentha suaveolens</i>	Menthe à feuilles rondes	Prairies hygrophiles pâturées, médioeuropéennes, thermophiles	X					LC	LC
<i>Mercurialis annua</i>	Mercuriale annuelle, Vignette	Annuelles commensales des cultures sarclées basophiles, médioeuropéennes, mésothermes						LC	LC
<i>Muscari comosum</i>	Muscari à toupet, Muscari chevelu	Friches vivaces rudérales pionnières, mésoxérophiles, subméditerranéennes						LC	LC
<i>Myosotis discolor</i>	Myosotis bicolore, Myosotis changeant	Tonsures annuelles acidophiles, mésothermes, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Myosotis ramosissima</i>	Myosotis rameux	Ourlets thérophytiques vernaux, nitrophiles, thermophiles						LC	LC
<i>Narcissus pseudonarcissus</i>	Jonquille des bois	Sous-bois herbacés médioeuropéens, basophiles						LC	LC
<i>Odontites jaubertianus</i>	Odontite de Jaubert, Odontites de Jaubert	Tonsures annuelles basophiles, aéromésohydriques, méso à subméditerranéennes			X	X		LC	VU
<i>Oenanthe silaifolia</i>	Oenanthe à feuilles de Silaüs, Oenanthe intermédiaire	Prairies hygrophiles fauchées, méditerranéoatlantiques	X					LC	LC
<i>Origanum vulgare</i>	Origan commun	Ourlets basophiles européens						LC	LC
<i>Orobancha sp</i>								LC	LC
<i>Papaver argemone</i>	Pavot argémone, Coquelicot Argémone	Annuelles commensales des cultures acidophiles, mésohydriques, mésothermes						NA	
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	Vigne vierge à cinq feuilles, Vigne-vierge	Lianes grimpantes sur parois et arbres						LC	LC
<i>Paspalum dilatatum</i>	Paspalé dilaté	Prairies hygrophiles, subtropicales						LC	DD
<i>Pastinaca sativa</i>	Panais cultivé, Pastinacier	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						NA	
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	Phacélie à feuilles de Tanaisie	Friches annuelles européennes						LC	LC
<i>Phalaris arundinacea</i>	Baldingère faux-roseaux	Roselières et grandes cariçaies eurasiatiques	X					LC	LC

LB_NOM	NOM_VERN	Habitat optimal	ZH arrêté	N2000	Deter Znieff PDL	Esp prot Franc	Esp prot PDL	LR Fr	LR PDL
<i>Phragmites australis (Cav.) Steud.</i>		Roselières et grandes cariçaias eurasiatiques						NA	
<i>Phytolacca americana</i>	Raisin d'Amérique, Phytolaque américaine	Clairières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques, neutrophiles, pionnières						LC	LC
<i>Picris hieracioides</i>	Picride éperviaire, Herbe aux vermisseaux	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						LC	
<i>Pinus sylvestris</i>	Pin sylvestre							LC	LC
<i>Plantago coronopus</i>	Plantain Corne-de-cerf, Plantain corne-de-boeuf, Pied-de-corbeau	Pelouses des sables continentaux acidophiles, planitiaies-collinéennes						LC	LC
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé, Herbe aux cinq coutures	Prairies européennes						LC	LC
<i>Plantago major</i>	Plantain majeur, Grand plantain, Plantain à bouquet	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, pâturées, surpiétinées, planitiaies à montagnards						LC	LC
<i>Poa annua</i>	Pâturin annuel	Tonsures annuelles des lieux surpiétinés eutrophiles						LC	LC
<i>Poa pratensis</i>	Pâturin des prés	Prairies européennes						LC	LC
<i>Poa trivialis</i>	Pâturin commun, Gazon d'Angleterre	Prairies européennes						LC	LC
<i>Polygonatum multiflorum</i>	Sceau de Salomon multiflore, Polygonate multiflore	Sous-bois herbacés médioeuropéens, planitiaies à montagnards						LC	LC
<i>Polygonum aviculare</i>	Renouée des oiseaux, Renouée Traînasse	Annuelles commensales des cultures						LC	
<i>Portulaca oleracea</i>	Pourpier cultivé, Porcelane	Friches annuelles, nitrophiles, thermophiles, euryméditerranéennes						LC	LC
<i>Potentilla reptans</i>	Potentille rampante, Quintefeuille	Prairies européennes, hygrophiles						LC	LC
<i>Primula veris</i>	Coucou, Primevère officinale, Brérelle	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohydriques						LC	LC
<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle commune, Herbe au charpentier	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, pâturées						LC	LC
<i>Prunus avium</i>	Merisier vrai, Cerisier des bois	Bois caducifoliés médioeuropéens, planitiaies-collinéens						LC	DD
<i>Prunus mahaleb</i>	Bois de Sainte-Lucie, Prunier de Sainte-Lucie, Amarel	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaies-montagnards, mésotrophiles, basophiles						LC	LC
<i>Prunus spinosa</i>	Épine noire, Prunellier, Pelossier	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaies-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC
<i>Pteridium aquilinum</i>	Fougère aigle, Porte-aigle	Mégaphorbiaies de clairières acidophiles, médioeuropéennes, mésohydriques à mésohygrophiles						LC	LC
<i>Pyracantha angustifolia</i>	( <i>Pyracantha angustifolia</i> )	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaies-collinéens, thermophiles, subméditerranéens, mésohydriques							
<i>Quercus robur</i>	Chêne pédonculé, Gravelin	Bois caducifoliés médioeuropéens						LC	LC
<i>Quercus rubra</i>		Bois caducifoliés médioeuropéens						LC	LC
<i>Ranunculus acris</i>	Bouton d'or, Pied-de-coq, Renoncule âcre	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, fauchées						LC	LC
<i>Ranunculus bulbosus</i>	Renoncule bulbeuse	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohydriques						LC	LC
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>	Bouton d'or à feuilles d'Ophioglosse, Renoncule à feuilles d'Ophioglosse	Tonsures hydrophiles inondables, méditerranéo-atlantiques	X			X		LC	LC
<i>Ranunculus parviflorus</i>	Renoncule à petites fleurs	Ourllets thérophytiques vernaux, nitrophiles, thermophiles						LC	LC
<i>Ranunculus repens L.</i>		Prairies européennes, hygrophiles	X					LC	LC
<i>Ranunculus sardous</i>	Renoncule sarde, Sardonie	Friches annuelles hygrophiles eutrophiles pionnières, eurasiatiques						LC	LC
<i>Reseda lutea</i>	Réséda jaune, Réséda bâtard	Friches vivaces xérophiles européennes						LC	LC
<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	Friches et lisières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques à mésohygrophiles						NA	
<i>Rhus typhina</i>	Sumac hérissé, Sumac Amarante	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaies-montagnards, méso à eutrophiles						NA	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux-acacia	Bois caducifoliés médioeuropéens, planitiaies-collinéens, eutrophiles	X						
<i>Rorippa amphibia</i>	Rorippe amphibie	Parvoroselières médioeuropéennes pionnières						LC	
<i>Rosa canina</i>	Rosier des chiens, Rosier des haies	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaies-montagnards, méso à eutrophiles						LC	LC
<i>Rubia peregrina</i>	Garance voyageuse, Petite garance	Ourllets basophiles européens, xérophiles						LC	LC
<i>Rubus sp.</i>								LC	LC

LB_NOM	NOM_VERN	Habitat optimal	ZH arrêté	N2000	Deter Znieff PDL	Esp prot Franc	Esp prot PDL	LR Fr	LR PDL
<i>Rumex acetosa</i>	Oseille des prés, Rumex oseille	Prairies européennes						LC	LC
<i>Rumex acetosella</i>	Petite oseille, Oseille des brebis	Pelouses des sables continentaux acidophiles, médioeuropéennes à méditerranéennes						LC	LC
<i>Rumex crispus</i>	Patience crépue, Oseille crépue	Prairies européennes, hygrophiles						LC	LC
<i>Ruscus aculeatus</i>	Fragon, Petit houx, Buis piquant	Chaméphytaies sciaphiles de sous-bois forestier thermophile, méditerranéo-atlantiques						LC	LC
<i>Salix alba</i>	Saule blanc, Saule commun	Bois caducifoliés médioeuropéens, hygrophiles à amphibies, médioeuropéens	X					LC	LC
<i>Sambucus ebulus</i>	Sureau yèble, Herbe à l'aveugle	Ourllets externes médioeuropéens, eutrophiles, mésohydriques						LC	LC
<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir, Sampéquier	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaires-collinéens à montagnard, psychrophiles, mésotrophiles à eutrophiles						LC	LC
<i>Saxifraga granulata</i>	Saxifrage granulé, Herbe à la gravelle	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales, mésohydriques, sabulicoles						LC	LC
<i>Scabiosa columbaria</i>	Scabieuse colombarie	Pelouses basophiles médioeuropéennes occidentales						LC	LC
<i>Schedonorus arundinaceus</i>	Fétuque Roseau	Prairies hygrophiles, européennes, thermophiles						LC	LC
<i>Sedum acre</i>	Poivre de muraille, Orpin acre	Pelouses des sables basophiles, médioeuropéennes à méditerranéennes						LC	LC
<i>Senecio vulgaris</i>	Séneçon commun	Annuelles commensales des cultures						NA	
<i>Setaria parviflora</i>	Sétaire à petites fleurs	Annuelles commensales des cultures acidophiles, mésohydriques, thermophiles						LC	LC
<i>Sherardia arvensis</i>	Rubéole des champs, Gratteron fleuri	Annuelles commensales des cultures basophiles						LC	LC
<i>Silene latifolia subsp. alba</i>	Compagnon blanc, Silène des prés	Friches vivaces xérophiles européennes						LC	LC
<i>Silybum marianum</i>	Chardon marie, Chardon marbré	Friches vivaces mésoxérophiles, subméditerranéennes						LC	LC
<i>Sinapis arvensis</i>	Moutarde des champs, Raveluche	Annuelles commensales des cultures basophiles						LC	LC
<i>Solanum dulcamara</i>	Douce-amère, Bronde	Rivages submaritimes boréaux, sur galets et graviers	X					LC	LC
<i>Sonchus asper</i>	Laiteron rude, Laiteron piquant	Annuelles commensales des cultures sarclées basophiles, médioeuropéennes, mésothermes						LC	LC
<i>Stellaria holostea</i>	Stellaire holostée	Ourllets externes acidophiles médioeuropéens						LC	LC
<i>Stellaria media</i>	Mouron des oiseaux, Morgeline	Annuelles commensales des cultures						LC	LC
<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit							LC	LC
<i>Taxus baccata</i>	If à baies	Bois caducifoliés médioeuropéens, basophiles, oligotrophiles						LC	LC
<i>Teucrium scorodonia</i>	Germandrée, Sauge des bois, Germandrée Scorodoine	Ourllets externes acidophiles médioeuropéens						LC	LC
<i>Tilia sp</i>	Tilleul sp	Bois caducifoliés médioeuropéens						LC	LC
<i>Torilis arvensis</i>	Torilis des champs	Annuelles commensales des moissons basophiles, mésothermes						LC	LC
<i>Tragopogon porrifolius</i>	Salsifis à feuilles de poireau, Salsifis blanc, Salsifis du Midi	Prairies hygrophiles fauchées, méditerranéoatlantiques						LC	LC
<i>Tragopogon pratensis</i>	Salsifis des prés	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, fauchées, mésothermes, planitiaires à montagnardes						LC	LC
<i>Trifolium campestre</i>	Trèfle champêtre, Trèfle jaune, Trance	Tonsures annuelles basophiles, européennes						LC	LC
<i>Trifolium dubium</i>	Trèfle douteux, Petit Trèfle jaune	Annuelles des trouées des prairies (mosaïques contigues)						LC	LC
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle des prés, Trèfle violet	Prairies européennes						LC	LC
<i>Trifolium repens</i>	Trèfle rampant, Trèfle blanc, Trèfle de Hollande	Prairies médioeuropéennes, mésohydriques, pâturées						LC	LC
<i>Ulmus minor</i>	Petit orme, Orme cilié	Bois caducifoliés médioeuropéens, planitiaires-collinéens						LC	LC
<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque, Grande ortie	Friches et lisières vivaces médioeuropéennes, eutrophiles, mésohydriques à mésohygrophiles						LC	LC
<i>Verbascum blattaria</i>	Molène blattaire, Herbe aux mites	Friches vivaces xérophiles, médioeuropéennes, mésothermes						LC	LC
<i>Verbascum thapsus</i>	Molène bouillon-blanc, Herbe de saint Fiacre	Friches vivaces xérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Verbena officinalis</i>	Verveine officinale	Friches vivaces mésoxérophiles, médioeuropéennes						LC	LC
<i>Veronica arvensis</i>	Véronique des champs, Velvete sauvage	Ourllets thérophytiques vernaux, nitrophiles, thermophiles						NA	

LB_NOM	NOM_VERN	Habitat optimal	ZH arrêté	N2000	Deter Znieff PDL	Esp prot Franc	Esp prot PDL	LR Fr	LR PDL
<i>Veronica persica</i>	Véronique de Perse	Annuelles commensales des cultures basophiles						LC	LC
<i>Viburnum lantana</i>	Viome mancienne	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-montagnards, mésotrophiles, basophiles						LC	LC
<i>Viburnum opulus</i>	Viome obier, Viome aquatique	Fourrés arbustifs médioeuropéens, planitiaux-collinéens, psychrophiles, mésotrophiles, hygrophiles, neutrophiles						LC	
<i>Viburnum tinus</i>	Viome tin, Fatamot	Matorrals méditerranéens, sciaphiles						NA	LC
<i>Vicia sativa</i>	Vesce cultivée, Poisette	Annuelles des trouées des prairies (mosaïques contigues)						LC	LC
<i>Vulpia bromoides</i>	Vulpie queue-de-rat,	Tonsures annuelles acidophiles, mésothermes						LC	LC



## 16.4. Rapport d'expertise chiroptères (O Géo, 2019)





**Sainte Gemme-la-Plaine (85)**  
**Contournement routier**

Analyse de l'activité des Chiroptères

12/09/2019

O-GEO



## CLIENT

RAISON SOCIALE	SCE – Agence Nantes
COORDONNÉES	4 rue Viviani CS26220 44262 NANTES Cedex 2 Tél. 02.51.17.29.29 - Fax 02.51.17.29.99 E-mail: sce@sce.fr
INTERLOCUTEUR	Mme Lise Radenac Tél. 05 46 28 35 66 lise.radenac@sce.fr

## O-GEO

COORDONNÉES	La Cribotière 44521 COUFFE Tél. 06 33 07 64 48 E-mail : contact@o-geo.net
INTERLOCUTEUR	Monsieur GOURET Laurent Tél. 06 33 07 64 48 E-mail : etude@o-geo.net

## RAPPORT

TITRE	Analyse de l'activité des Chiroptères : - peuplement ; - indice d'activité ;
NOMBRE DE PAGES	44
NOMBRE D'ANNEXES	0
OFFRE DE RÉFÉRENCE	Édition 1 – Septembre 2019
N° COMMANDE	

## SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
	24/09/2019	Édition 1		Laurent GOURET	Laurent GOURET

## Sommaire

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ÉTUDE</b> .....	<b>5</b>
<b>2. MISSIONS</b> .....	<b>5</b>
<b>ÉTAT INITIAL</b> .....	<b>5</b>
<b>1. MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. Zone d'étude</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2. Session, point d'écoute et durée de l'écoute</b> .....	<b>5</b>
1.2.1. Session .....	5
1.2.2. Point d'écoute .....	6
1.2.3. Durée cumulée de l'écoute de l'activité des Chiroptères .....	7
1.2.4. Conditions météorologiques .....	7
<b>1.3. Matériel de détection, d'enregistrement et d'analyse</b> .....	<b>8</b>
1.3.1. Matériel de détection et d'enregistrement .....	8
1.3.2. Logiciel d'identification des séquences .....	8
1.3.3. Logiciel de traitement des séquences .....	8
<b>1.4. Détermination des taxons</b> .....	<b>8</b>
<b>1.5. Traitement des données</b> .....	<b>8</b>
1.5.1. De l'enregistrement à la séquence puis au contact .....	8
<b>1.6. Analyse de l'activité</b> .....	<b>8</b>
1.6.1. Liste des espèces inventoriées .....	8
1.6.2. Activité à l'échelle du peuplement .....	9
1.6.3. Activité spécifique .....	9
<b>2. RÉSULTATS</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1. Liste des espèces inventoriées</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2. Activité des Chiroptères</b> .....	<b>11</b>
2.2.1. À l'échelle du peuplement chiroptérologique .....	11
2.2.1.1. Niveau de présence .....	11
2.2.1.2. Diversité et niveau d'activité par point .....	12
2.2.1.3. Profil journalier de l'activité par point .....	12
2.2.2. À l'échelle des espèces .....	13
2.2.2.1. Les espèces très communes .....	13
2.2.2.1.1. <i>La Pipistrelle commune</i> .....	13
2.2.2.1.2. <i>La Pipistrelle de Kuhl</i> .....	14
2.2.2.1.3. <i>La Sérotine commune</i> .....	14
2.2.2.1.4. <i>La Noctule de Leisler</i> .....	15

2.2.2.1.5. <i>La Noctule commune</i> .....	16
2.2.2.1.6. <i>La Pipistrelle de Nathusius</i> .....	16
2.2.2.1.7. <i>L'Oreillard gris</i> .....	16
2.2.2.1.8. <i>Le Murin de Daubenton</i> .....	17
2.2.2.1.9. <i>Le Murin à moustaches</i> .....	17
2.2.2.2. Les espèces communes .....	18
2.2.2.2.1. <i>Le Petit Rhinolophe</i> .....	18
2.2.2.2.2. <i>Le Barbastelle d'Europe</i> .....	18
2.2.2.3. Les espèces peu communes .....	19
2.2.2.3.1. <i>Le Grand rhinolophe</i> .....	19
2.2.2.3.2. <i>Le Murin à oreilles échancrées</i> .....	19
2.2.2.4. Les espèces localisées .....	20
2.2.2.4.1. <i>Le Grand Murin</i> .....	20
2.2.2.4.2. <i>Le Murin de Natterer</i> .....	20
<b>2.3. Synthèse des niveaux de fréquentation</b> .....	<b>20</b>
<b>3. CONCLUSION</b> .....	<b>21</b>

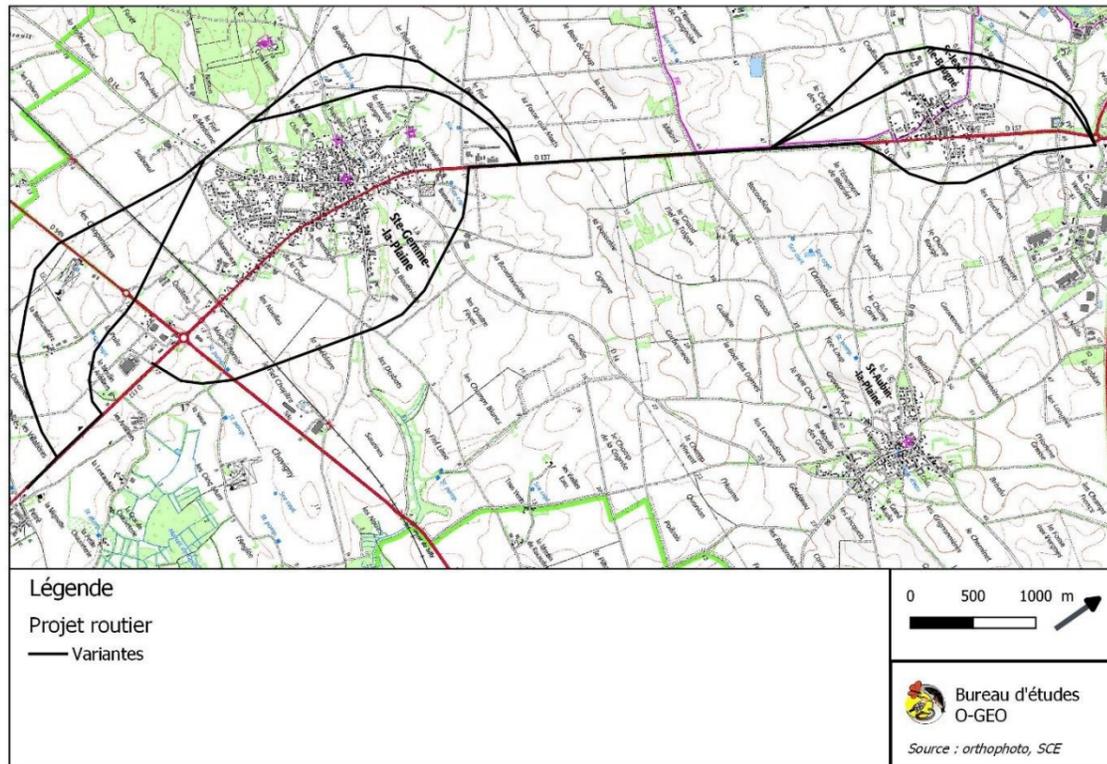
# **O-GEO**

## **Les Chiroptères**

# INTRODUCTION

## 1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ÉTUDE

La zone d'étude suit les différentes variantes du projet de contournement des bourgs des communes de Sainte-Gemme-la-Plaine et de Saint Jean-de-Beugné, situés dans le département de la Vendée (Carte 1).



Carte 1 : localisation de la zone d'implantation

## 2. MISSIONS

Le bureau d'études O-GEO est missionné pour analyser des séquences issues d'une campagne d'enregistrement des émissions de Chiroptères. Cette analyse permet :

- De définir le peuplement présent durant la période contrôlée ;
- D'évaluer le niveau de fréquentation des Chiroptères.

# ÉTAT INITIAL

## 1. MÉTHODOLOGIE

### 1.1. Zone d'étude

Les différents tracés parcourent un paysage dominé par de vastes parcelles de cultures céréalières (Carte 2). Ce type de paysage est faiblement pourvu de milieux naturels favorables aux Chiroptères, en particulier les milieux arborés, aquatiques et prairiaux. Cependant, quelques linéaires de haies ou d'alignement d'arbres sont traversés en quelques endroits du tracé des variantes. Par ailleurs, ce tracé s'approche très localement de boisements ou de vergers.

Afin d'évaluer le niveau de fréquentation des Chiroptères à l'endroit du tracé ou à proximité, l'étude s'appuie sur des sessions d'écoute de leur activité au croisement du tracé et de milieux potentiellement attractifs.

### 1.2. Session, point d'écoute et durée de l'écoute

#### 1.2.1. Session

L'étude s'appuie sur 2 sessions effectuées à l'initiative du bureau d'étude SCE :

- En période estivale (mise-bas et élevage des jeunes) :
  - o 06 mai 2019 ;
- En début de période automnale (période de transit entre les gîtes estivaux et les gîtes d'hibernation) :
  - o 07 août 2019.

Les relevés permettent éventuellement de distinguer la présence d'un gîte en période de mise-bas et d'élevage des jeunes, et en période de transit, à proximité des points d'écoute.

## 1.2.2. Point d'écoute

La méthode du point d'écoute consiste à mesurer l'activité à proximité d'un habitat soit considéré comme attractif soit pour lequel l'attractivité des Chiroptères doit être évaluée.

Dans cette étude, les points d'écoute sont localisés à l'intersection d'un habitat considéré comme attractif et du tracé des variantes, ou à proximité du tracé et en lisière d'un habitat attractif (Carte 2) :

- Point 1, situé dans un verger longé par une haie arborée et s'approchant d'un parc arboré, en limite du bourg de Saint Jean-de-Beugné (Photo. 1, Photo. 2)
- Point 2, en bordure de haie arborée donnant sur une prairie, en limite d'une zone bocagère relictuelle suivie du bourg de Saint-Gemme-la Plaine (Photo. 5 et Photo. 6) ;
- Point 3, en lisière de boisement donnant sur une vaste parcelle cultivée au sud-ouest et sur une plantation forestière au sud-est. Cette dernière sépare de près 200 m le massif boisé d'un petit boisement périphérique du bourg de Sainte Gemme-la-Plaine (Photo. 3 et Photo. 4) ;
- Point 4, en bordure de haie résiduelle discontinue donnant sur une vaste parcelle cultivée (Photo. 7 et Photo. 8) ;
- Point 5, en bordure de haie arborée donnant sur une vaste parcelle cultivée (Photo. 9 et Photo. 10).

L'activité est mesurée grâce à un détecteur-enregistreur d'ultrason fonctionnant en mode automatique. Le bureau d'études SCE s'est chargé du choix des emplacements et de la pose des appareils.

Ces points permettent donc de contrôler la fréquentation des Chiroptères dans un environnement immédiat du point d'écoute.



Photo. 1 : batcorder placé au point 1 (SCE, 07/08/2019)



Photo. 2 : vue de l'environnement immédiat du point 1 (SCE, 07/08/2019)



Photo. 3 : Micro de SM2BAT placé au point 2 (SCE, 07/08/2019)



Photo. 4 : vue de l'environnement immédiat du point 2 (SCE, 07/08/2019)



Carte 2 : localisation des points d'écoute à une échelle rapprochée sur vue aérienne



Photo. 5 : Micro de SM2BAT placé au point 3 (SCE, 07/08/2019)



Photo. 6 : vue de l'environnement immédiat du point 3 (SCE, 07/08/2019)



Photo. 7 : batcorder placé au point 4 (SCE, 06/05/2019)



Photo. 8 : vue de l'environnement immédiat du point 1 (SCE, 06/05/2019)



Photo. 9 : batcorder placé au point 5 (SCE, 07/08/2019)



Photo. 10 : vue de l'environnement immédiat du point 5 (SCE, 07/08/2019)

### 1.2.3. Durée cumulée de l'écoute de l'activité des Chiroptères

Chaque appareil est mis en marche avant le coucher du soleil et est arrêté après son lever.

Ainsi, le période de fonctionnement de l'appareil englobe la phase nocturne.

Au total, l'étude s'appuie sur 93 heures d'écoutes, réparties sur 5 points et 2 sessions (Tableau 1).

Concernant le point 4, durant la session du mois de mai, l'appareil a commencé à fonctionner à 21h15. Cependant, les 45 premières séquences n'ont pu être exploitées. Nous avons donc préféré considérer que l'appareil a débuté son fonctionnement à 22h08.

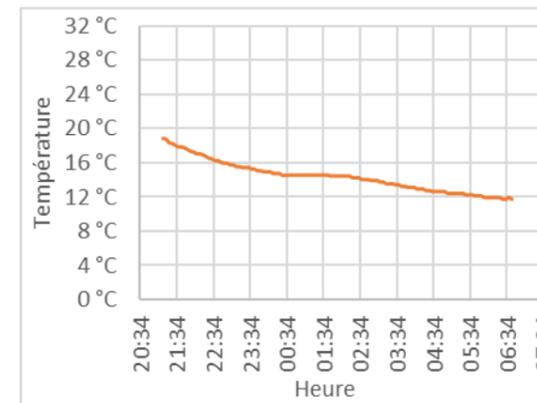
Date	Point	Détecteur		Soleil		Durée du fonctionnement	Durée de la nuit	Durée de l'écoute nocturne
		Début	Fin	Coucher	Lever			
06/05/2019	Pt 1	21:06	07:24	21:15	06:41	10,30	9,42	9,42
	Pt 2	20:18	08:27	21:15	06:41	12,16	9,43	9,43
	Pt 3	21:37	07:56	21:15	06:41	10,31	9,43	9,43
	Pt 4	22:08	09:19	21:15	06:41	11,19	9,43	8,55
	Pt 5	21:37	07:56	21:15	06:41	10,31	9,43	9,43
07/08/2019	Pt 1	17:23	08:58	21:25	06:51	15,58	9,44	9,44
	Pt 2	17:43	09:15	21:25	06:52	10:39	9,44	9,44
	Pt 3	20:45	07:08	21:25	06:52	15,52	9,44	9,44
	Pt 4	18:16	09:33	21:25	06:52	15,30	9,44	9,44
	Pt 5	20:45	07:08	21:25	06:52	10,39	9,44	9,44
<b>Total</b>						<b>121,44</b>	<b>94,32</b>	<b>93,45</b>

Tableau 1 : durée de l'écoute de l'activité des Chiroptères et de la phase nocturne

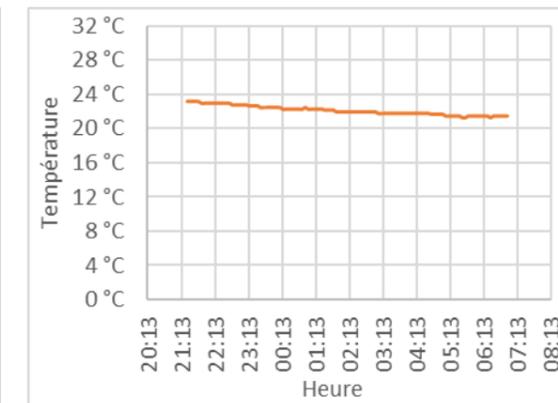
### 1.2.4. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ont été favorables à l'inventaire des chiroptères :

- Température nocturne supérieure à 12°C ;
- Absence de pluie ;
- Absence de vent fort.



Graph. 1 : évolution de la température au cours de la nuit du 06/05/2019



Graph. 2 : évolution de la température au cours de la nuit du 07/08/2019

## 1.3. Matériel de détection, d'enregistrement et d'analyse

### 1.3.1. Matériel de détection et d'enregistrement

Le modèle Mini-batcorder issu de la technologie allemande ecoObs et le modèle SM2BAT issue de la technologie américaine Wildlife Acoustics sont utilisés.

Concernant le Mini-batcorder, à chaque détection d'émission ultrasonore, et en fonction de seuils paramétrés, l'appareil génère un fichier horodaté. En fin de nuit, un fichier liste l'ensemble des séquences enregistrées, les heures de démarrage et d'arrêt de l'appareil et les seuils de paramétrage.

Concernant le SM2BAT, des fichiers sont générés de manière continue au cours de la nuit. Ces derniers sont analysés par le logiciel Kaleidoscop. Au sein des fichiers, les séquences de chiroptères sont isolées et horodatées.

### 1.3.2. Logiciel d'identification des séquences

Le logiciel batIdent permet d'attribuer une, deux, trois espèces ou groupes d'espèces pour chaque séquence. Un taux de probabilité d'identification automatique est apporté à chaque détermination. Le logiciel BcAnalyze3 propose oscillogramme, spectrogramme, spectre d'énergie et écoute en expansion de temps.

### 1.3.3. Logiciel de traitement des séquences

Ce logiciel permet de gérer l'ensemble des séquences, et de préciser les conditions d'enregistrement de chaque session. Ce logiciel assure le traitement des séquences une fois l'identification automatique effectuée. Le contrôle est facilité par une prévisualisation des signaux. Dans le cas où une séquence demande à être analysée précisément, l'interface ouvre le programme BcAnalyze2 de manière à étudier le signal plus finement. Le nom attribué automatiquement à une séquence peut être rapidement précisé voire corrigé à partir d'une liste prédéfinie, elle-même modifiable. Les données sont exportables pour développer l'analyse sur des tableurs.

## 1.4. Détermination des taxons

La détermination des taxons s'appuie sur l'analyse acoustique des séquences.

Nous suivons l'ordre de la procédure décrite ci-dessous :

- 1 : lancement de l'identification automatique (par le logiciel BatIdent)
- 2 : prévisualisation des signaux pour contrôler l'ensemble des séquences et valider l'identification à fort taux de probabilité (essentiellement pour la Pipistrelle commune, la Barbastelle, le Grand Rhinolophe, les Noctules en transit, etc.)
- 3 : en cas de doute ou de non détection d'une autre espèce, la séquence est analysée sur BcAnalyze2, voire écoutée pour identifier avec certitude le taxon ou le groupe taxinomique :
  - o En cas d'identification automatique de certaines espèces comme les Pipistrelles de Kuhl et de Nathusius, le Vesper de Savi, les Noctules et Sérotine en chasse, les Oreillards et l'ensemble des murins, la séquence est aussi analysée ;
  - o Pour ces analyses complémentaires nous suivons la méthode d'identification développée par Michel Barataud (Barataud M., 2012)<sup>1</sup> ;
- 4 : validation et/ou correction du nom du taxon ou du groupe correspondant à la séquence analysée.

Nous rappelons que la détermination des espèces à partir de l'analyse d'une séquence souffre de certaines limites.

Dans le meilleur des cas, nous attribuerons avec certitude le nom d'une espèce à une séquence. Dans d'autres cas, un doute subsiste et donc notre niveau de certitude passe au probable voire au possible.

Lorsque la diagnose ne permet pas d'associer un nom d'espèce à une séquence, nous attribuons un nom de groupe taxinomique à celle-ci. Cela se produit quand les animaux évoluent dans un milieu qui implique d'utiliser un type de signal adapté, on parle alors de convergence de comportement acoustique des

Chauves-souris. Nous restons aussi au niveau du groupe taxinomique quand elles utilisent des signaux similaires mais dans un environnement différent. Dans ce dernier cas, les milieux sont trop proches les uns des autres à l'échelle du point d'écoute. L'enregistrement « passif » ne permet pas de savoir si l'espèce s'aventure dans l'un ou l'autre des milieux quand ces signaux sont enregistrés. Ne pouvant associer le type de signal avec le type de milieu, nous ne pouvons aboutir à une identification précise de l'espèce.

## 1.5. Traitement des données

### 1.5.1. De l'enregistrement à la séquence puis au contact

Chaque enregistrement est analysé pour aboutir à la détermination d'une ou de plusieurs espèces. Dans certains cas, un enregistrement est généré par le passage de plusieurs espèces (exemple : si un fichier enregistre 3 espèces, il apporte 3 séquences). Par conséquent, un enregistrement peut générer une à plusieurs séquences.

Un même passage de Chauves-souris peut générer plusieurs séquences mais sur une période très courte ; de quelques secondes. Pour éviter ce biais qui peut induire un niveau d'activité supérieur, nous considérons qu'un contact est le fait d'un passage d'une chauve-souris durant une période de 5 secondes. Ainsi une séquence d'une durée supérieure à 5 secondes peut générer plusieurs contacts. À l'inverse, plusieurs séquences peuvent générer un seul contact si le cumul de celles-ci ne dépasse les 5 secondes.

En fonction des problématiques étudiées, comparer les niveaux d'activité entre espèce s'avère pertinent. Cependant, la capacité de détecter une espèce est tributaire de sa puissance d'émission. Certaines espèces comme les Noctules ont des cris très puissants qui peuvent être captés jusqu'à une centaine de mètres. Pour d'autres espèces comme les Rhinolophes, cette distance est de l'ordre de quelques mètres. Par conséquent, appliquer un coefficient de correction peut s'avérer pertinent. Nous proposons dans ce cas une correction de l'indice d'activité en nombre de contacts ou en nombre de contact par heure qui s'appuie sur les coefficients de détectabilité publié par Michel Barataud (Barataud M., 2012)<sup>1</sup>.

## 1.6. Analyse de l'activité

### 1.6.1. Liste des espèces inventoriées

Dans un premier temps l'analyse de l'activité des Chiroptères décrit le peuplement inventorié à travers :

- Une liste d'espèce, ou de groupe d'espèces quand la diagnose n'a pas permis d'associer une séquence à une seule espèce ;
- Un tableau de synthèse des nombres de contacts enregistrés par espèce sur chaque point d'écoute ou durant chaque session si le nombre de points d'écoute est limité ;
- Un graphique de distribution :
  - o Du nombre d'espèces par point ;
  - o De l'activité moyenne cumulée par point.
- Un graphique de distribution :
  - o Du nombre de points couverts par chaque espèce ;
  - o Du nombre moyen de contacts générés par chaque espèce.

<sup>1</sup> BARATAUD, 2012. Écologie acoustique des Chiroptères d'Europe. Identification des espèces, étude de leurs habitats et comportements de chasse

## 1.6.2. Activité à l'échelle du peuplement

À ce niveau, l'activité est analysée à l'échelle de l'aire d'étude. Elle s'appuie sur la comparaison pour chaque espèce :

- Du pourcentage de points d'écoute signalant chacune d'entre-elles :
  - o Espèces communes : 75 à 100 % des points d'écoute ;
  - o Espèces moyennement communes : 50 à 75 % des points d'écoute ;
  - o Espèces peu communes : 25 à 50 % des points d'écoute ;
  - o Espèces localisées : < 25 % des points d'écoute.
- Du nombre moyen de contacts par nuit, tous points confondus, qui évoque différents niveaux d'activité :
  - o Élevé : plusieurs centaines de contacts par nuit en moyenne ;
  - o Moyen : plusieurs dizaines de contacts par nuit en moyenne ;
  - o Faible : quelques contacts par nuits ;
  - o Très faible : moins d'un contact par nuit (espèce non contactée à chaque session par exemple).

Le croisement de ces deux niveaux d'information sur l'activité des Chiroptères permet de catégoriser les niveaux de fréquentation spécifiques :

- Espèce commune à niveau d'activité élevé :
  - o Qui évoque un niveau de fréquentation élevé dû une densité importante de spécimens ;
- Espèce commune à niveau d'activité moyen :
  - o Qui évoque un niveau de fréquentation modéré à élevé ;
  - o Dû probablement à une densité modérée de spécimens ;
- Espèce commune à niveau d'activité faible :
  - o Qui évoque un niveau de fréquentation moyen à l'échelle de l'aire d'étude ;
  - o Dû probablement à une densité faible de spécimens ;
- Espèces communes à niveau d'activité très faible :
  - o Qui évoque un niveau de fréquentation moyen à l'échelle de l'aire d'étude ;
  - o Dû probablement à une densité très faible mais à des spécimens très mobiles ;
- Espèce moyennement commune à niveau d'activité élevé :
  - o Qui évoque des phénomènes de concentration de l'activité sur certains secteurs ;
- Espèce moyennement commune à niveau d'activité moyen ou faible :
  - o Qui évoque des phénomènes de légère concentration de l'activité sur certains secteurs ;
- Espèce moyennement commune à niveau d'activité très faible :
  - o Qui évoque une faible activité localisée sur certains secteurs ;
- Espèce peu commune à niveau d'activité fort :
  - o Qui évoque une activité concentrée sur quelques points ;
  - o Cas de figure rare d'espèce plutôt localisée à un type de milieu ;
- Espèce peu commune à niveau d'activité moyen :
  - o Qui évoque une espèce localisée à quelques points en particulier mais qui restent moyennement active ;
- Espèce peu commune à niveau d'activité faible :
  - o Qui évoque une espèce peu présente au sein de l'aire d'étude, plutôt en transit ;
- Espèce peu commune à niveau d'activité très faible :
  - o Qui évoque une espèce peu présente au sein de l'aire d'étude, essentiellement en transit ;
- Espèce localisée niveau d'activité moyenne fort à moyen :
  - o Cas inexistant car la moyenne est en général diminuée par l'absence de l'espèce sur les autres points ;
- Espèce localisée à niveau d'activité faible à très faible :
  - o Cas d'espèces considérées comme anecdotique au sein de l'aire d'étude, ne la fréquentation ni pour la chasse ni dans ses déplacements inter-sites.

## 1.6.3. Activité spécifique

Pour chaque espèce, nous reprenons :

- Le nombre moyen de contacts par nuit pour chaque point d'écoute ;
- Le profil de l'activité au cours de chaque session :
  - o En période estivale ;
  - o En période automnale.

Ce niveau d'analyse permet de préciser les niveaux d'activité identifiés à l'échelle de l'aire d'étude. Il apporte aussi des informations importantes sur :

- Les phénomènes d'émergence de début et/ou de fin de nuit, qui annoncent la présence d'un gîte à proximité du point d'écoute ;
- La fréquentation de l'environnement de chaque point d'écoute, fréquentation qui peut être :
  - o Continue ;
  - o Régulière ;
  - o Irrégulière ;
  - o Ponctuelle.

Ainsi dans certain cas, le niveau d'activité peut être moyen à faible, mais la présence régulière au cours de la nuit indique par exemple que l'espèce exploite le secteur étudié pour son alimentation.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Liste des espèces inventoriées

S'appuyant sur 93 heures d'écoute nocturne, sur 2 sessions et 5 points, l'étude de l'activité des Chiroptères a permis de collecter 2 969 séquences apportant 3 999 séquences espèces. La compilation de ces séquences aboutit à un total de 2 836 contacts (Tableau 2).

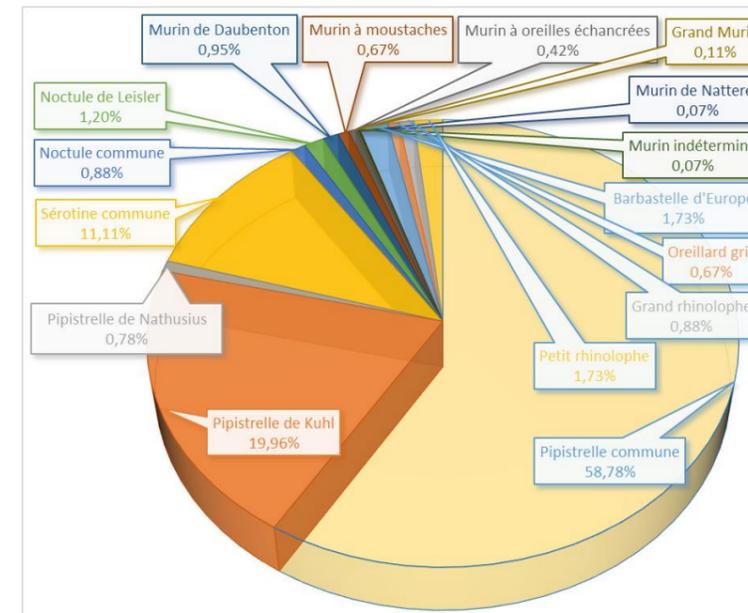
Nous avons identifié au moins 15 espèces de Chiroptères (Tableau 2) :

- La Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus* (Schreber - 1774)
- La Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl - 1817)
- La Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius - 1839)
- La Sérotine commune *Eptesicus serotinus* (Schreber - 1774)
- La Noctule commune *Nyctalus noctula* (Schreber - 1774)
- La Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri* (Kuhl - 1817)
- Le Murin de Daubenton *Myotis daubentonii* (Kuhl - 1817)
- Le Murin à moustaches *Myotis mystacinus* (Kuhl - 1817)
- Le Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus* (E. Geoffroy - 1806)
- Le Grand Murin *Myotis myotis* (Borkhausen - 1797)
- Le Murin de Natterer *Myotis nattereri* (Kuhl - 1817)
- La Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus* (Schreber - 1774)
- L'Oreillard gris *Plecotus austriacus* (J.B. Fischer - 1829)
- Le Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber - 1774)
- Le Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein - 1800) ;

La diagnose des séquences de Murin est délicate. Le niveau de certitude varie entre possible, probable et certain. Pour 2 séquences, les espèces n'ont d'ailleurs pas pu être identifiées.

Famille	Nom vernaculaire	Point 1		Point 2		Point3		Point4		Point5		Total	
		06/05/2019	07/08/2019	06/05/2019	07/08/2019	06/05/2019	07/08/2019	06/05/2019	07/08/2019	06/05/2019	07/08/2019		
Vespertilionidae	Pipistrelle commune	54	143	23	127	119	271	3	74	631	222	1667	
	Pipistrelle de Kuhl	10	26	1	108	6	132	26	27	171	59	566	
	Pipistrelle de Nathusius		2		9		7	3			1	22	
	Sérotine commune		6		71		153		4	49	32	315	
	Noctule commune		7		9		1		6		2	25	
	Noctule de Leisler		15		2	3			13		1	34	
	Murin de Daubenton				3		10		2	12		27	
	Murin à moustaches		1				5		1	11	1	19	
	Murin à oreilles échancrées						9			3		12	
	Grand Murin									2	1	3	
	Murin de Natterer						2					2	
	Murin indéterminé						1			1		2	
	Barbastelle d'Europe				5	1		13			29	1	49
	Oreillard gris	2	2		5		1		4	5		19	
	Rhinolophidae	Grand rhinolophe						10			13	2	25
Petit rhinolophe				4		1	27			13	4	49	
<b>Total</b>		<b>66</b>	<b>202</b>	<b>33</b>	<b>335</b>	<b>129</b>	<b>642</b>	<b>32</b>	<b>131</b>	<b>940</b>	<b>326</b>	<b>2836</b>	
<b>N espèces</b>		<b>3</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	

Tableau 2 : liste des espèces répertoriées sur l'aire d'étude de l'activité de Chiroptères et nombre de contacts par point et par session



Graph. 3 : répartition du nombre de contacts par espèce de Chiroptères inventoriées

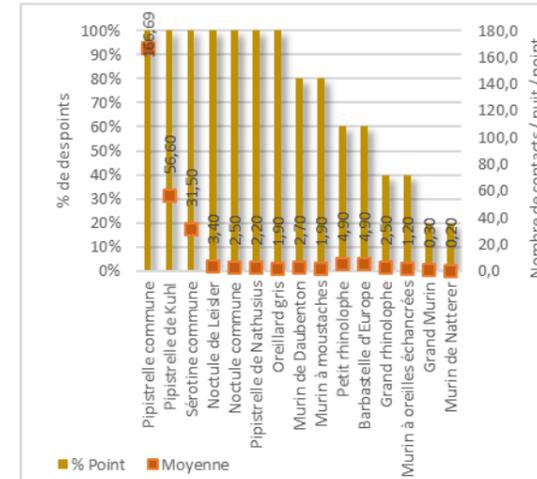
## 2.2. Activité des Chiroptères

### 2.2.1. À l'échelle du peuplement chiroptérologique

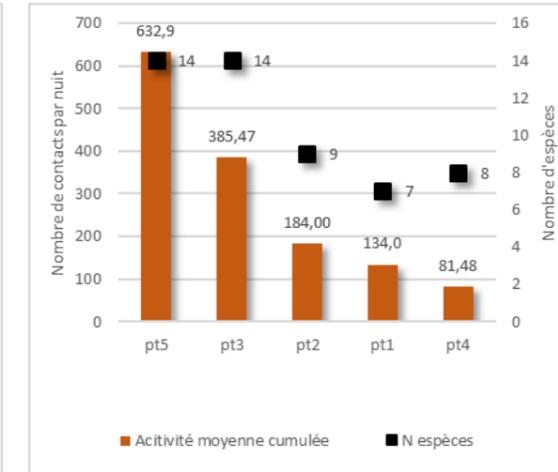
#### 2.2.1.1. Niveau de présence

Les niveaux de présences sont les suivants (Graph. 4) :

- Espèces très communes (75 à 100% des points d'écoute) :
  - o Avec un niveau élevé d'activité :
    - La Pipistrelle commune ;
  - o Avec un niveau moyen d'activité :
    - La Pipistrelle de Kuhl ;
    - La Sérotine commune ;
  - o Avec un niveau faible à très faible d'activité :
    - La Noctule de Leisler
    - La Noctule commune
    - La Pipistrelle de Nathusius
    - L'Oreillard gris
    - Le Murin de Daubenton
    - Le Murin à moustaches ;
  
- Espèces communes (50% à 75 % des points d'écoute) :
  - o Avec un niveau faible de l'activité :
    - Le Petit rhinolophe
    - La Barbastelle d'Europe ;
  
- Espèces peu communes (25% à 75 % des points d'écoute) :
  - o Avec un niveau faible à très faible d'activité :
    - Le Grand rhinolophe
    - Le Murin à oreilles échanquées
  
- Espèces localisées (moins de 25% des points d'écoute) :
  - o Avec un niveau très faible d'activité :
    - Le Grand Murin
    - Le Murin de Natterer.



Graph. 4 : taux de couverture des points d'écoute et niveau d'activité moyen pour chaque espèce ou taxon



Graph. 5 : niveaux de diversité et d'activité en fonction des points d'écoute

### 2.2.1.2. Diversité et niveau d'activité par point

Le niveau de diversité et la densité de l'activité sont nettement supérieurs au niveau des points 5 et 3 (Graph. 5).

Le point 5 est situé en bordure de haie arborée. Celle-ci prolonge vers le nord-ouest une petite zone bocagère longeant la naissance d'un cours d'eau, connectée elle-même à une zone bocagère humide plus vaste à la naissance du Marais poitevin. Cette haie s'arrête aux limites urbanisées du bourg de Sainte-Gemme la Plaine. La première maison se situe à 330 m du point 5 et à 220 m de la fin de la haie. Sur la voie aérienne, une ligne arborée discontinue est visible, traversant le bourg pour s'approcher plus au nord-ouest d'un boisement concerné par le point 3 (Carte 3).

Le point 3 est situé en lisière du boisement placé au nord-ouest du bourg de Sainte-Gemme-la-Plaine, donnant sur une parcelle cultivée et une parcelle en sylviculture.



**Carte 3 : localisation des niveaux d'activité moyens toutes espèces confondues (en contacts / nuit)**

Avec un niveau de diversité plus faible et équivalent, les points 1, 2 et 4 affichent aussi un niveau inférieur d'activité cumulée, le plus faible affiché par le point 4 et le plus élevé par le point 2.

Le point 4 se place à la fin d'une portion de haie relictuelle discontinue, perdue dans la vaste plaine céréalière, en bordure de la voie ferrée.

Le point 2 se poste le long d'une longue haie arborée isolant le bourg des vastes espaces céréaliers. Une enclave de parcelles agricoles plus petites accompagnées de haies arborées s'intercale entre le bourg et la haie.

Le point 1 quant à lui est placé dans un vergé conservé en limite du bourg de Saint Jean-de-Beugné, accompagné d'une haie et proche d'un parc boisé. Au nord-ouest, l'ensemble laisse la place aux grandes cultures.

À ce stade, nous identifions la présence de Chiroptères même sur les secteurs potentiellement peu attractifs. Mais les niveaux de diversité et de densité s'améliorent dans les secteurs connectés à des milieux favorables plus vastes.

### 2.2.1.3. Profil journalier de l'activité par point

Le graphique suivant (Graph. 6) permet d'identifier l'évolution de l'activité moyenne cumulée des Chiroptères au niveau de chaque point durant la session estivale.

L'activité est nettement plus intense et continue au niveau du point 5. Elle commence 10 à 20 minutes après le coucher du soleil. Elle s'accroît avec force, puis se maintient à un niveau important. Elle s'arrête moins d'une heure avant le coucher du soleil.

Concernant les autres points, l'activité est toujours plus importante en début de nuit. Elle s'atténue rapidement et :

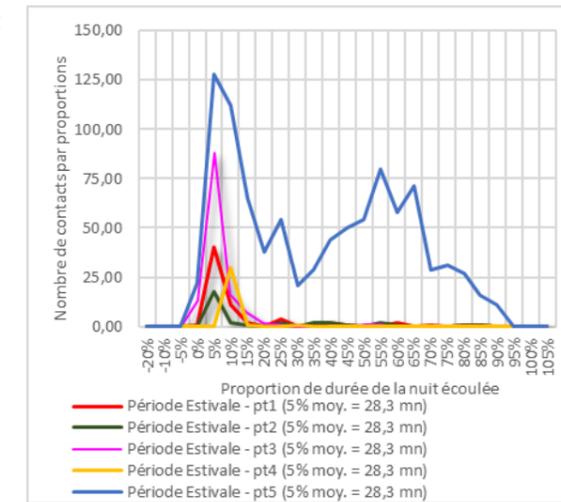
- Reste régulière toute la nuit aux points 1 et 2 ;
- Disparaît des points 3 et 4.

Ainsi, en dehors du point 5 où l'activité est intense durant toute la nuit, l'activité est plus élevée sur l'ensemble des points en début de nuit. Elle se maintient faiblement ou disparaît peu après pour les autres points d'écoute.

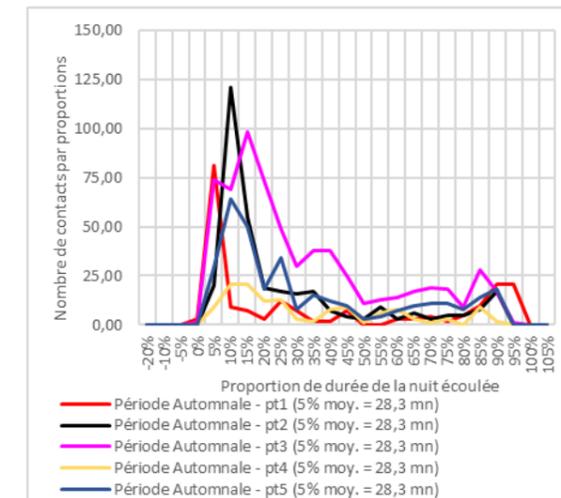
Durant la session automnale, l'activité cumulée apparaît plus équilibrée entre les points 1, 2, 3 et 5 (Graph. 7). Elle est plus intense en début de nuit. Elle se stabilise à un niveau plus faible jusqu'à la fin de la nuit. L'activité est moins intense en début de nuit au point 4. Elle se maintient à un niveau supérieur au point 3.

Sur tous les points, l'activité émerge surtout entre 30 et 60 minutes après le coucher du soleil, de manière plus intense aux points 1 et 3. Elle disparaît environ une heure avant le lever du soleil aux points 2, 3, 4 et 5. Elle s'éternise un peu plus tard au point 1.

Ainsi en période automnale, l'activité cumulée des Chiroptères apparaît plus équilibrée entre les points d'écoute, un peu plus intense au point 3.



**Graph. 6 : évolution de l'activité moyenne des Chiroptères durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**



**Graph. 7 : évolution de l'activité moyenne des Chiroptères durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

## 2.2.2. À l'échelle des espèces

### 2.2.2.1. Les espèces très communes

#### 2.2.2.1.1. La Pipistrelle commune

La Pipistrelle commune est une espèce anthropophile. Elle affectionne très largement le bâti où elle trouve des cavités nécessaires à ses phases d'inactivité en journée en période estivale, pour ses nurseries ou des individus isolés. Elle s'accommode aussi des fissures dans les murs et autres interstices dans les bâtiments.

Avec 59% des contacts, cette espèce domine l'activité (Tableau 2, Graph. 3).

Durant la session estivale (Graph. 8), le profil de son activité est très proche de celui de l'ensemble des espèces (Graph. 6). Seul le début de la nuit est moins marqué par sa présence au niveau du point 5 par rapport à l'activité de l'ensemble des espèces.

Concernant les autres points, l'activité est importante en début de nuit. Elle s'atténue rapidement et :

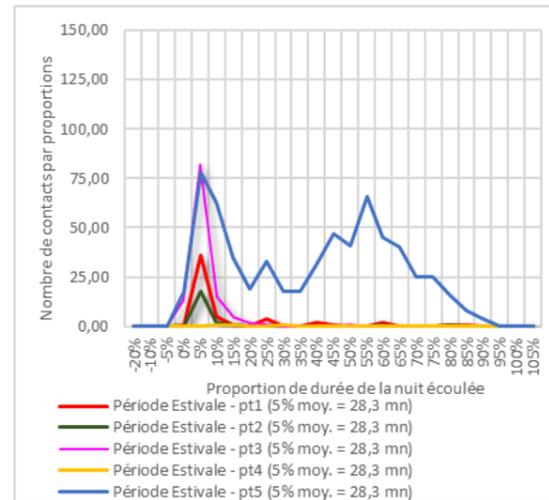
- Reste régulière toute la nuit au point 1 ;
- Disparaît quasiment des points 2, 3 et 4.

L'émergence est précoce aux points 3 et 5, évoquant ainsi la présence d'un gîte anthropique à proximité des points d'écoute.

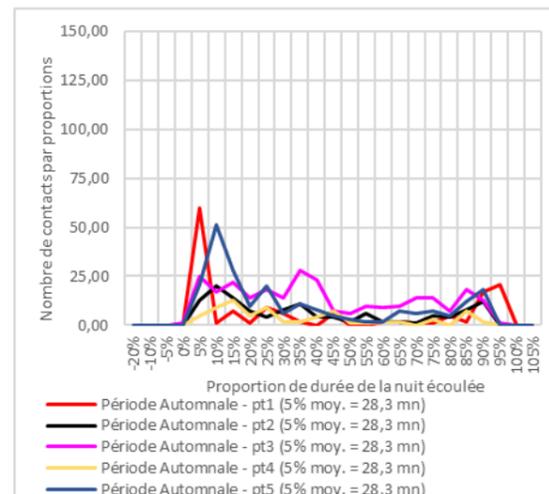
Le profil général de l'activité en période automnale (Graph. 9) s'éloigne de celui de l'ensemble des espèces (Graph. 7). Légèrement plus intense en début de nuit au niveau des points 1 et 5, l'activité est rapidement équilibrée entre les points d'écoute durant la nuit. Elle reste légèrement supérieure au point 3 et inférieure au point 4.

Durant la session automnale, les écarts d'attractivité des secteurs de points d'écoute sont faibles.

Apparaissent très majoritairement entre 28 et 47 minutes après le coucher du soleil sur l'ensemble des points, elle s'éternise un peu plus longtemps au niveau du point 1.



**Graph. 8 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle commune durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**



**Graph. 9 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle commune durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute (échelle identique au Graph. 8)**



**Carte 4 : localisation des niveaux d'activité moyens de la Pipistrelle commune (en contacts / nuit)**



**Carte 5 : localisation des niveaux d'activité moyens de la Pipistrelle de Kuhl (en contacts / nuit)**

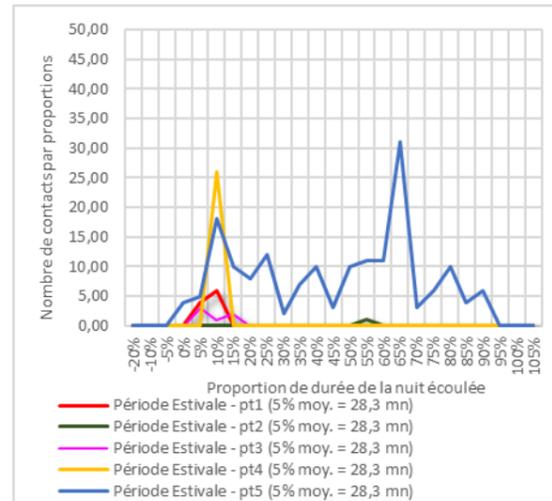
### 2.2.2.1.2. La Pipistrelle de Kuhl

La Pipistrelle de Kuhl est une espèce anthropophile. Elle affectionne très largement le bâti. Elle y trouve des cavités nécessaires pour ses nurseries ou les individus isolés en période estivale, voire en période hivernale.

Avec un niveau d'activité globale moyen, elle cumule 20% des contacts (Tableau 2, Graph. 3).

Durant la session estivale, son activité est continue et importante au niveau du point 5 (Graph. 10). Elle fréquente les points 1, 3 et 4 en tout début de nuit, de manière plus intense au point 4. Puis elle disparaît. Au niveau du point 2, elle ne fait qu'un passage fugace.

L'émergence précoce de l'espèce au niveau du point 5 évoque la présence d'un gîte anthropique à proximité de ce dernier.

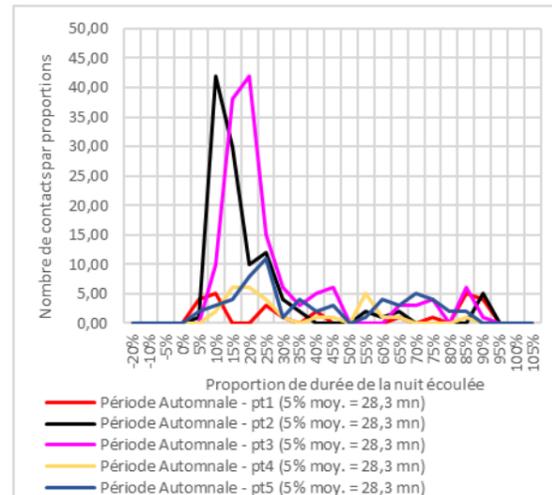


**Graph. 10 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle de Kuhl durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En début de période automnale, l'activité se manifeste de manière intense au début de nuit aux points 2 et 3 (Graph. 11). Au bout d'une heure, elle diminue puis reste faible et relativement régulière jusqu'à la fin de la nuit.

L'activité est faible et continue durant toute la nuit au point 4, discontinue mais régulière aux points 1 et 5.

Au cours de ce relevé automnale, l'espèce est omniprésente sur l'ensemble des points d'écoute.



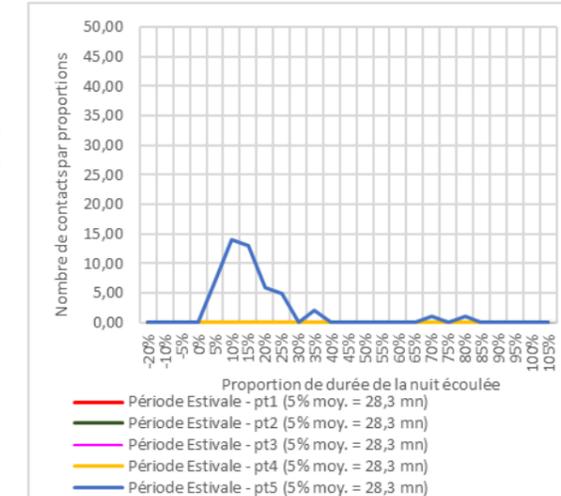
**Graph. 11 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle de Kuhl durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

### 2.2.2.1.3. La Sérotine commune

La Sérotine commune est une espèce anthropophile. Les individus isolés se logent dans les interstices des bâtiments. Les colonies affectionnent les bâtiments bien exposés au soleil, se logeant volontiers entre la couverture et l'isolation d'une toiture.

La Sérotine commune cumule 11 % des contacts et affiche un niveau moyen d'activité globale (11% des contacts, Tableau 2, Graph. 3).

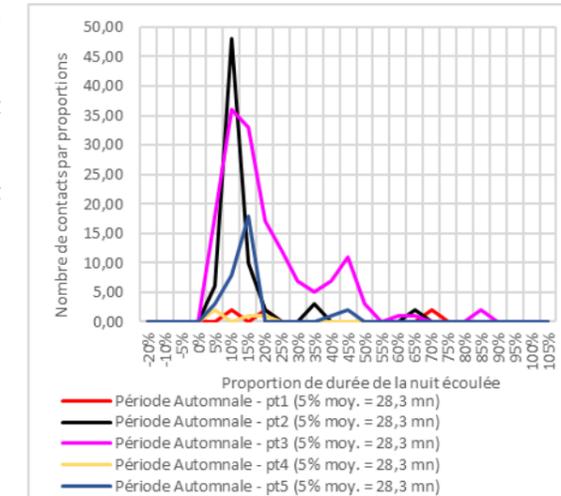
Durant la session estivale, elle n'est contactée qu'au point 5, essentiellement en première partie de la nuit (Graph. 12).



**Graph. 12 : évolution de l'activité moyenne de la Sérotine commune durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

Au cours de la session automnale, l'espèce s'active intensivement en début de nuit aux points 2, 3 et 5 (Graph. 13). Elle n'apparaît à qu'à quelques reprises aux points 1 et 5. Elle maintient plus longtemps son activité au point 3.

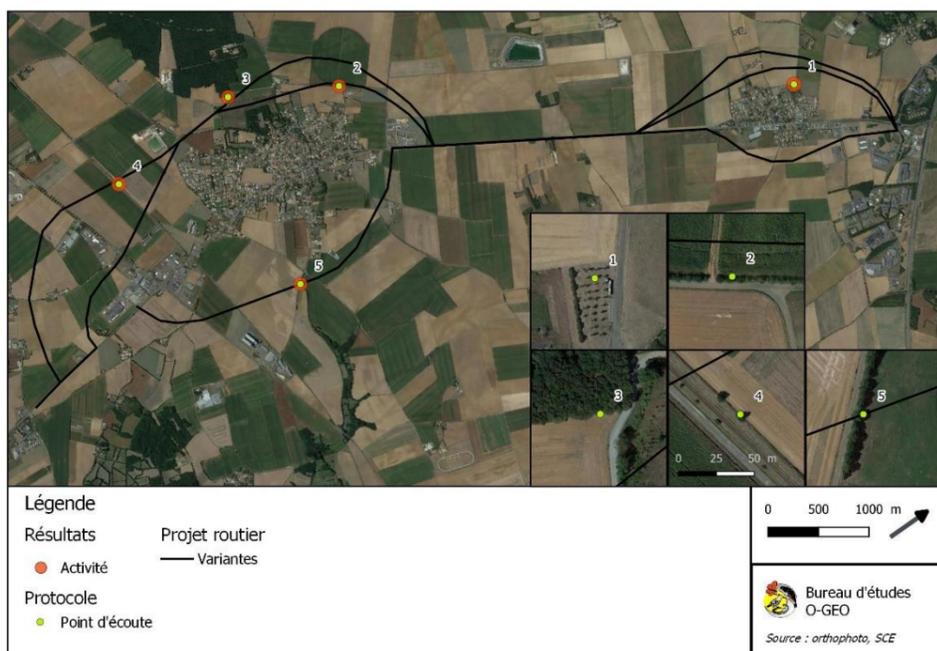
Sa présence reste très ponctuelle aux points 1 et 4.



**Graph. 13 : évolution de l'activité moyenne de la Sérotine commune durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**



**Carte 6 : localisation des niveaux d'activité moyens de la Sérotine commune (en contacts / nuit)**



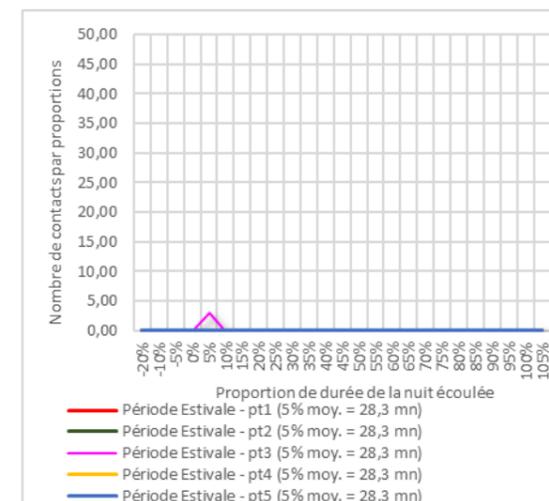
**Carte 7 : localisation des niveaux d'activité moyens de la Noctule de Leisler (en contacts / nuit)**

### 2.2.2.1.4. La Noctule de Leisler

Les Noctules sont des espèces de hauts vols, chassant plus volontiers au-dessus de la canopée. Elles peuvent ainsi être plus facilement détectables en milieu ouvert qu'en lisière, soit parce qu'elles profitent des horizons dégagés pour chasser un plancton aérien, soit parce que le feuillage en lisière peut limiter leur détection. Les Noctules ont aussi tendance à exploiter des gîtes sylvestres durant tout leur cycle biologique. Elles peuvent au demeurant occuper des cavités dans les bâtiments.

Avec 1% des contacts cumulés, la Noctule de Leisler affiche un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3).

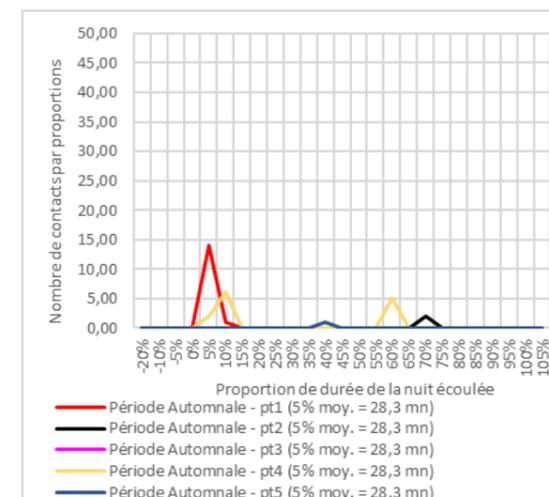
Durant la session estivale, elle fait une brève apparition en début de nuit au point 3 (Graph. 14).



**Graph. 14 : évolution de l'activité moyenne de la Noctule de Leisler durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, elle est présente aux points 1, 2, 4 et 5 (Graph. 15). Mais ses apparitions sont globalement brèves, plus marquées aux point 1 et 4.

La Noctule de Leisler semble soit traverser les secteurs d'écoute sans s'y attarder, soit chasser dans un vaste espace aérien mais en très faible nombre.



**Graph. 15 : évolution de l'activité moyenne de la Noctule de Leisler durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

### 2.2.2.1.5. La Noctule commune

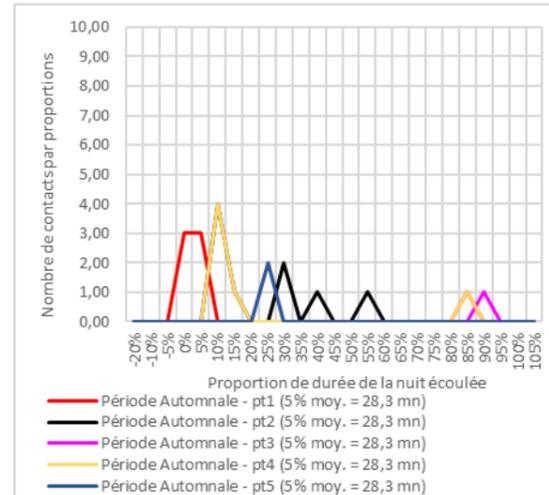
Avec moins de 1% des contacts cumulés, la Noctule commune affiche aussi un faible niveau d'activité globale (Tableau 2, Graph. 3).

Absente durant la session estivale, elle apparaît de manière ponctuelle sur l'ensemble des points en période automnale (Graph. 16).

Au niveau du point 2 sa présence est plus régulière en milieu de nuit.

Au point 1, l'émergence crépusculaire précoce évoque la présence d'un gîte sylvestre ou anthropique à proximité.

La Noctule commune semble chasser dans un vaste espace aérien mais en très faible nombre.



**Graph. 16 : évolution de l'activité moyenne de la Noctule commune durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

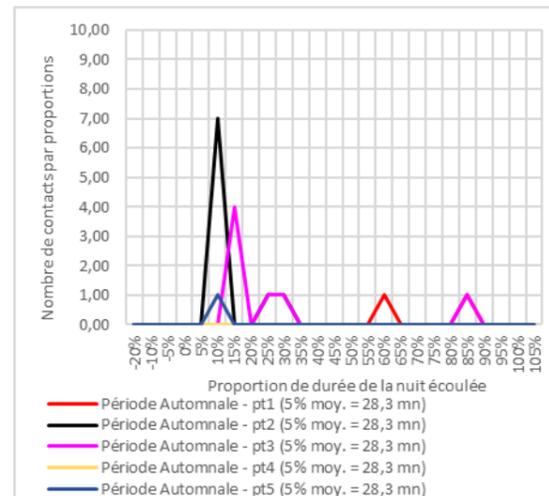
### 2.2.2.1.6. La Pipistrelle de Nathusius

La Pipistrelle de Nathusius affectionne les gîtes sylvestres, s'accommodant de fissures et d'autres cavités dans les arbres. Elle peut aussi utiliser les bardages, les joints de dilations, les fentes des constructions. L'espèce met bas essentiellement dans le nord-ouest de l'Europe. Par conséquent, les contacts captés en en période estivale sont plus probablement le fait de spécimens mâles. Ces derniers occupent des gîtes soit seuls soit en petits groupes.

Avec moins de 1% des contacts cumulés, la Pipistrelle de Nathusius affiche aussi un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3).

Absente durant la session estivale, elle apparaît de manière ponctuelle sur la majorité des points en période automnale. Elle n'est pas contactée au point 4 (Graph. 17).

Sa présence est plus marquée en début de nuit aux points 2 et 3.



**Graph. 17 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle de Nathusius durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

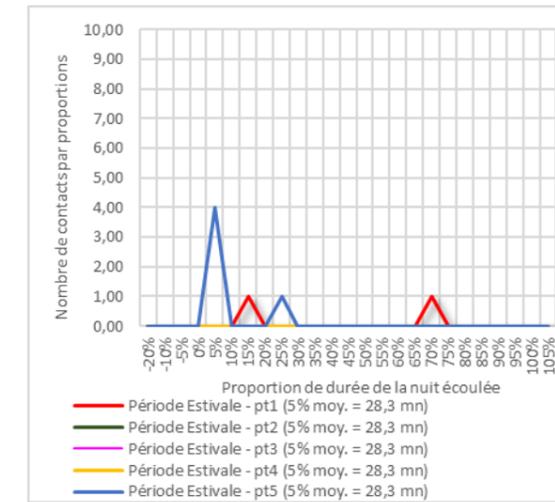
### 2.2.2.1.7. L'Oreillard gris

Espèce nettement anthropophile, les colonies estivales de l'Oreillard gris affectionnent particulièrement les combles des bâtiments, mais aussi dans les espaces créés entre les linteaux de vieilles ouvertures de bâtiments.

Avec moins de 1% des contacts cumulés, l'Oreillard gris affiche un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3).

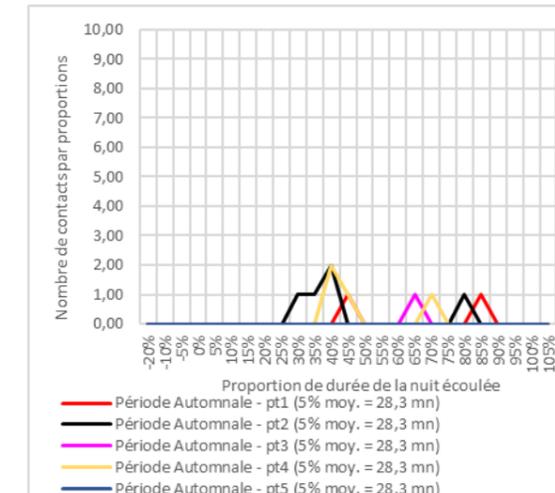
Durant la session estivale, il n'est contacté qu'aux points 1 et 5 (Graph. 18).

Chassant un fois la nuit tombée, nous considérons que son émergence est précoce au point 5. Elle présage la présence d'un gîte anthropique à proximité.



**Graph. 18 : évolution de l'activité moyenne de l'Oreillard gris durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, l'espèce est détectée de manière ponctuelle aux point 1, 3, 4 et 5 (Graph. 19). Son activité occupe surtout la seconde partie de la nuit.



**Graph. 19 : évolution de l'activité moyenne de l'Oreillard gris durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

### 2.2.2.1.8. Le Murin de Daubenton

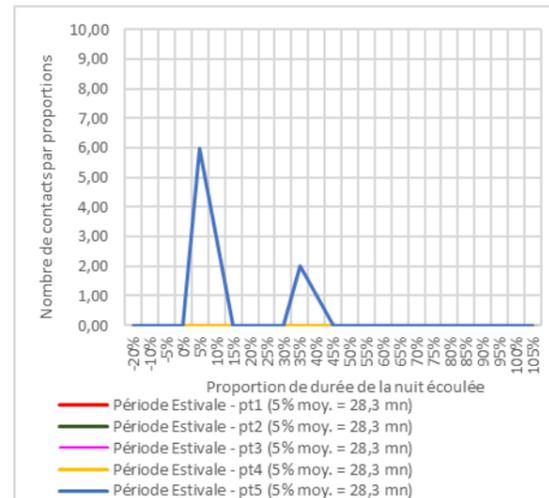
En période estivale, les colonies s'installent volontiers dans des gîtes sylvestres : loge de pic, plaque d'écorce décollée, chablis, carie. Ces colonies peuvent être composées de femelles et de leurs petits, mais aussi de mâles regroupés en nombre. Parfois les colonies sont mixtes, quelques femelles et leurs jeunes rejoignant le groupe de mâles. Le nombre de gîtes utilisés durant la saison peut être très élevé, jusqu'à une quarantaine. Ces gîtes sont en général placés près de la lisière et jamais très loin des cours d'eau. Le Murin de Daubenton affectionne aussi beaucoup les cavités artificielles des ponts et autres tunnels sous lesquels l'eau circule. Auquel cas, la colonie se maintient dans ce gîte durant la saison.

Avec 1% des contacts cumulés, le Murin de Daubenton affiche un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3).

Durant la session estivale, l'espèce n'est contactée qu'au niveau du point 1. Ses apparitions sont ponctuelles (Graph. 20).

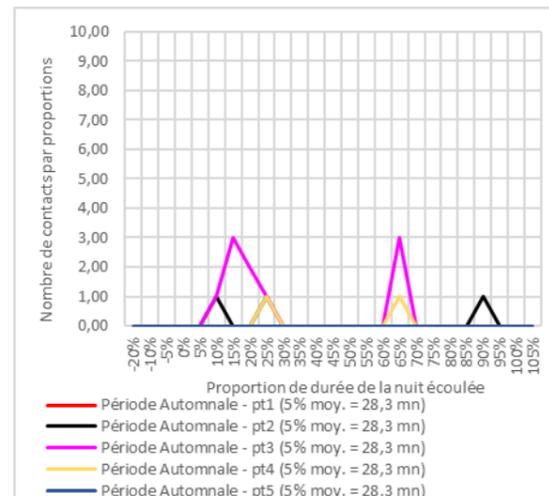
Les Murins ayant tendance à sortir de leur gîte plus tardivement que les Pipistrelles, les Sérotines et les Noctule, l'émergence est jugée précoce.

La présence d'un gîte anthropique ou sylvestre en envisageable à proximité du point 5.



**Graph. 20 : évolution de l'activité moyenne du Murin de Daubenton durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, l'espèce est absente des point 1 et 3. Elle apparaît ponctuellement aux autres points (Graph. 21).



**Graph. 21 : évolution de l'activité moyenne du Murin de Daubenton durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

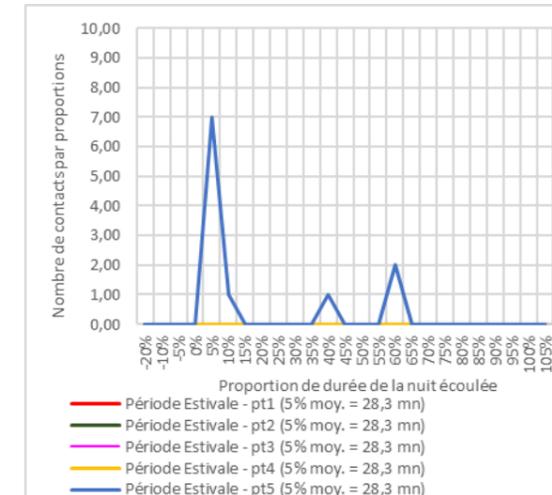
### 2.2.2.1.9. Le Murin à moustaches

En période estivale, les colonies de Murin à moustaches apprécient surtout les gîtes anthropiques comme l'espace entre les battants des volets et le mur, entre le bardage et le mur des maisons, entre les linteaux à l'entrée des vieux bâtiments, dans les disjointements des ponts, etc. En général de manière isolée, des spécimens peuvent s'accommoder des bourrelets ou des cavités naturelles étroites des vieux troncs. En phase hivernale, l'espèce apprécie les fissures et les disjointements étroits des ponts, et se réfugie volontiers dans les grottes et autres cavités souterraines, accolée à la paroi ou caché au fond d'une anfractuosité.

Avec moins de 1% des contacts cumulés, le Murin à moustaches affiche un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3).

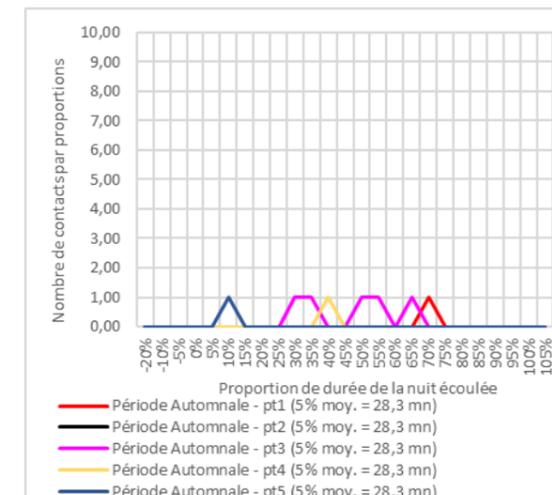
Durant la session estivale, l'espèce n'est contactée qu'au niveau du point 1. Ses apparitions sont ponctuelles (Graph. 22).

L'émergence est jugée précoce. La présence d'un gîte anthropique ou sylvestre en envisageable à proximité du point 5.



**Graph. 22 : évolution de l'activité moyenne du Murin à moustaches durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, l'espèce est absente du point 2. Elle fait une brève apparition au niveau des points 1, 4 et 5 (Graph. 23). Sa présence est plus régulière mais concentrée en milieu de nuit au point 3.



**Graph. 23 : évolution de l'activité moyenne du Murin à moustaches durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

## 2.2.2.2. Les espèces communes

### 2.2.2.2.1. Le Petit Rhinolophe

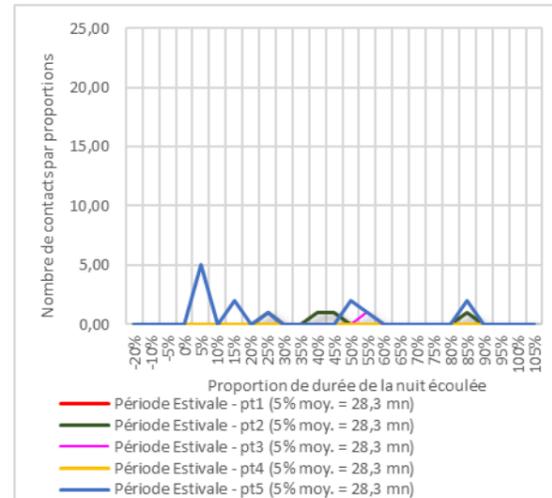
En hivers, le Petit Rhinolophe occupe les cavités naturelles ou les caves en hiver, mais aussi les tunnels et passages souterrains de faible hauteur, suspendus aux parois. En période estivale, il apprécie une multitude de gîte : grenier, vieux couloir de château, chaufferies, vides sanitaires, etc. Seulement 12 colonies de mises-bas sont répertoriées sur la région entre 200 et 2008.

Avec moins de 2% des contacts cumulés, le Petit Rhinolophe affiche un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3). Cependant, ce niveau est relativisé par la faible puissance de ses émissions qui le rend plus difficile à détecter que les autres espèces.

La régularité de ses apparitions au niveau du point 5 est remarquable (Graph. 24).

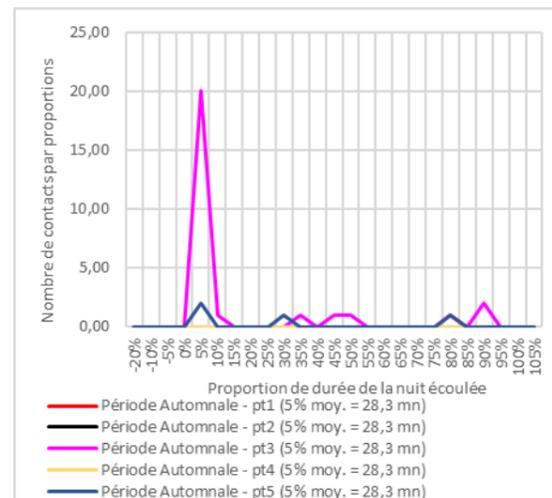
Il apparaît aussi à plusieurs reprises au niveau du point 2.

Il reste absent des autres points d'écoute.



**Graph. 24 : évolution de l'activité moyenne du Petit Rhinolophe durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, l'espèce est contactée ponctuellement à quelques reprises au niveau des points 3 et 5 (Graph. 25). Son activité est plus intense en début de nuit au point 3.



**Graph. 25 : évolution de l'activité moyenne du Petit Rhinolophe durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

### 2.2.2.2.2. Le Barbastelle d'Europe

La Barbastelle d'Europe affectionne les boisements et les milieux bocagers. Elle utilise à la fois les gîtes sylvestres et les gîtes anthropiques. Les colonies sont plus souvent observées dans le bâti, derrière des volets ou entre les linteaux de portes d'entrée des vieux bâtiments.

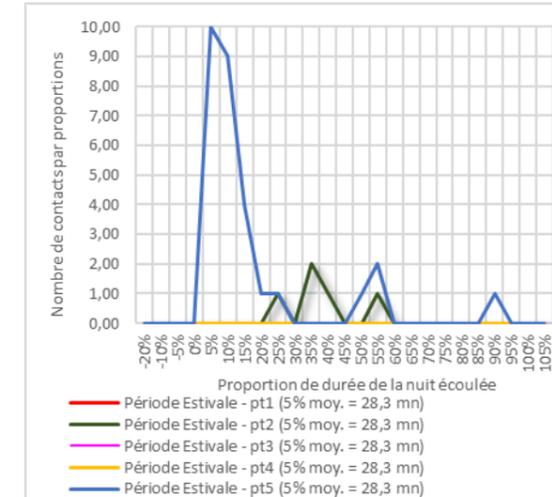
Avec moins de 2% des contacts cumulés, la Barbastelle d'Europe affiche un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3).

Elle est contactée sur les points 2 et 5.

La concentration de son activité en début de nuit au niveau du point 5 est remarquable (Graph. 26).

Il apparaît aussi à plusieurs reprises et régulièrement au milieu de la nuit au niveau du point 2.

L'émergence crépusculaire au point 5 évoque la présence d'un gîte sylvestre ou anthropique à proximité.

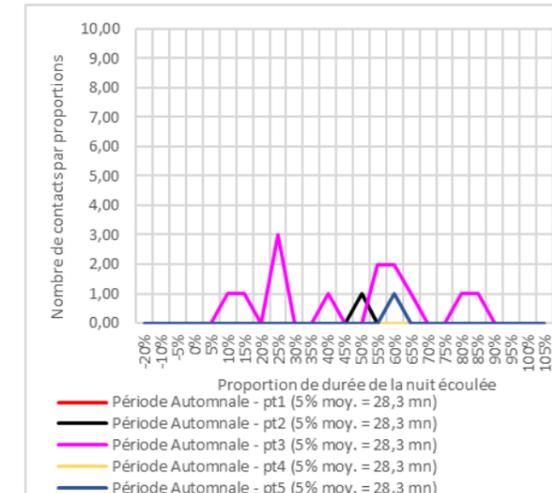


**Graph. 26 : évolution de l'activité moyenne de la Barbastelle d'Europe durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, l'espèce est contactée ponctuellement aux points 2, 3 et 5 (Graph. 27).

La régularité de ses apparitions est remarquable au point 3.

Elles sont ponctuelles aux points 2 et 5.



**Graph. 27 : évolution de l'activité moyenne de la Barbastelle d'Europe durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

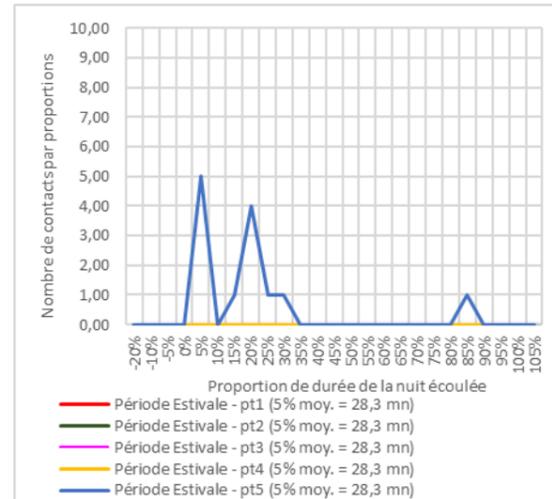
### 2.2.2.3. Les espèces peu communes

#### 2.2.2.3.1. Le Grand rhinolophe

Format de beaux essaims quand les effectifs sont importants, le Grand Rhinolophe occupe des gîtes de grand volume, comme les cavités souterraines en hiver où il se suspend aux parois rocheuses, et les combles en période estivale où il se suspend à la couverture. Une telle dépendance à des gîtes de plus en plus rares implique de fait une certaine rareté de l'espèce. Les colonies estivales de l'espèce sont rares sur la région (13 colonies répertoriées entre 2000 et 2008, LPO 2009).

Avec moins de 1% des contacts cumulés, le Grand rhinolophe affiche un faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3). Cependant, ce niveau est relativisé par la faible puissance de ses émissions qui le rend plus difficile à détecter que les autres espèces.

Seulement contacté au point 5, sa présence est régulière en début de nuit. Il apparaît ponctuellement en fin de nuit (Graph. 28).

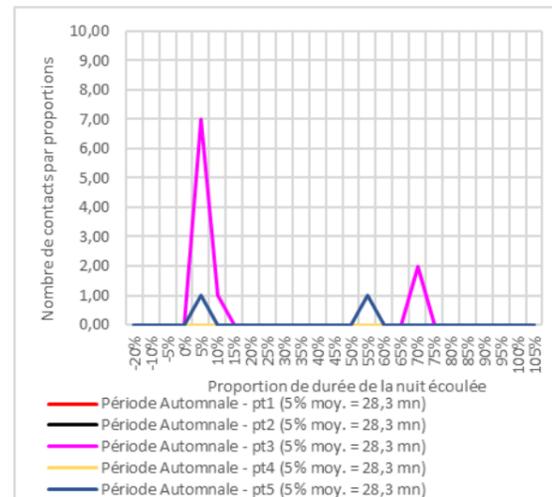


**Graph. 28 : évolution de l'activité moyenne du Grand rhinolophe durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, l'espèce est contactée ponctuellement aux points 3 et 5 en début et en seconde partie de la nuit (Graph. 29).

Son apparition en début de nuit est plus intense au point 3.

Elles sont ponctuelles aux points 2 et 5.



**Graph. 29 : évolution de l'activité moyenne du Grand rhinolophe durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

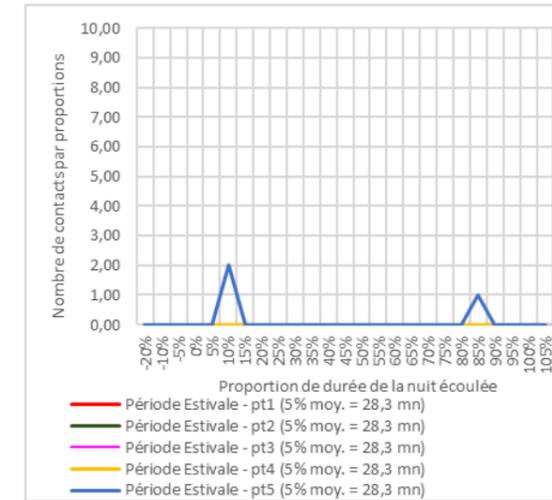
#### 2.2.2.3.2. Le Murin à oreilles échancrées

Le Murin à oreilles échancrées est cavernicole en hiver, occupant différents types de gîtes volumineux : grottes, caves, tunnels ou carrières. Les colonies de mise-bas occupent aussi des gîtes volumineux de type combles équipés de larges ouvertures pour y accéder tout en volant. Dans les secteurs méditerranéens,

les colonies peuvent aussi se constituer dans les cavités souterraines. Par contre, les individus isolés, en l'occurrence les mâles en période estivale, se cachent dans les cavités arboricoles, ou restent même à découvert à l'abri d'une branche sur un tronc, ou sur le crépi d'un mur à l'abri d'une avancée de toiture.

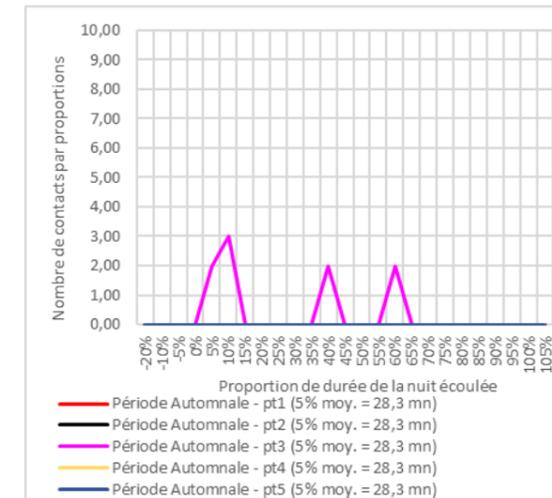
Avec moins de 0,5% des contacts cumulés, le Murin à oreilles échancrées affiche un très faible niveau global d'activité (Tableau 2, Graph. 3).

Seulement contacté au point 5, il n'apparaît ponctuellement qu'en début et en fin de nuit (Graph. 30).



**Graph. 30 : évolution de l'activité moyenne du Murin à oreilles échancrées durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute**

En période automnale, l'espèce est seulement contactée aux points 3 en début et en milieu de nuit (Graph. 31). Elle marque un peu plus sa présence en début de nuit.



**Graph. 31 : évolution de l'activité moyenne du Murin à oreilles échancrées durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute**

#### 2.2.2.4. Les espèces localisées

Deux espèces, le Grand Murin et le Murin de Natterer, sont contactés à quelques reprises en lisière du boisement, au point 3.

##### 2.2.2.4.1. Le Grand Murin

En période estivale, les colonies de Grand Murin occupent des gîtes volumineux comme les vastes greniers des églises ou des châteaux. En hiver, l'espèce constitue des colonies d'hibernation parfois importantes, dans les cavités souterraines comme les grottes, les anciennes galeries minières. Dans les secteurs plus méridionaux, les colonies de mise-bas peuvent se constituer aussi dans les cavités souterraines. Des individus peuvent s'isoler seuls en période estivale dans le jeu des charpentes des greniers, seuls ou en petits groupes en période hivernale dans les grandes fissures de la roche, sous les ponts, etc.

Le Grand murin est contacté durant les deux périodes. Il est contacté durant la session estivale entre 30 et 40 minutes après le coucher du soleil. Cette émergence précoce évoque la présence d'un gîte anthropique à proximité du point d'écoute.

##### 2.2.2.4.2. Le Murin de Natterer

En période estivale, le Murin de Natterer utilise quasi exclusivement les gîtes sylvestres pour constituer ses colonies comme pour s'isoler.

Le Murin de Natterer est contacté seulement en période automnale, entre 30 et 40 minutes après le coucher du soleil. Cette émergence précoce évoque la présence d'un gîte sylvestre à proximité du point d'écoute.

### 2.3. Synthèse des niveaux de fréquentation

Cette synthèse des niveaux de fréquentation des Chiroptères s'appuie sur l'association des niveaux de critères suivants :

- Le niveau de présence ;
- Le niveau d'activité ;
- La proximité possible de gîtes.

Le tableau suivant fait la synthèse des niveaux de fréquentation spécifique.

Nom vernaculaire	Niveau de présence	Niveau d'activité	Gîtes envisagés à proximité
Pipistrelle commune	Fort	Fort	Anthropique (point 3 et 5)
Pipistrelle de Kuhl	Fort	Moyen	Anthropique (point 5)
Sérotine commune	Fort	Moyen	Non
Noctule de Leisler	Fort	Faible	Non
Noctule commune	Fort	Faible	Sylvestre ou anthropique (point 1)
Pipistrelle de Nathusius	Fort	Faible	Non
Oreillard gris	Fort	Faible	Non
Murin de Daubenton	Fort	Faible	Sylvestre ou anthropique (point 5)
Murin à moustaches	Fort	Faible	Sylvestre ou anthropique (point 5)
Petit rhinolophe	Moyen	Moyen	Non
Barbastelle d'Europe	Moyen	Moyen	Sylvestre ou anthropique (point 5)
Grand rhinolophe	Moyen	Moyen	Non
Murin à oreilles échancrées	Moyen	Faible	Non
Grand Murin	Faible	Très faible	Anthropique (point 3)
Murin de Natterer	Faible	Très faible	Sylvestre (point 3)

**Tableau 3 : niveau de fréquentation des Chiroptères**

Ainsi, la zone d'étude est fréquentée :

- Avec un niveau moyen à fort :
  - o Incluant la proximité possible d'un gîte, par :
    - La Pipistrelle commune
    - La Pipistrelle de Kuhl ;
    - La Barbastelle d'Europe
  - o Sans la proximité possible de gîte, par :
    - La Sérotine commune ;
    - Le Petit rhinolophe ;
    - La Grand rhinolophe ;
- D'un niveau faible à moyen incluant la proximité d'un gîte, par :
  - La Noctule commune
  - Le Murin de Daubenton
  - Le Murin à moustaches
  - Le Grand Murin
  - Le Murin de Natterer

Les enjeux chiroptérologiques, identifiés par les niveaux d'activité et de diversité importants et par la proximité possible d'un gîte, se concentrent au niveau des points 3 et 5.

### 3. CONCLUSION

L'inventaire des Chiroptères et l'étude de leur activité s'appuient sur 5 points d'écoute répétés au cours de deux sessions, respectivement durant la période estivale et le début de la période automnale. L'analyse de l'activité des Chiroptères s'appuie sur la compilation de l'ensemble des données collectées durant 93 heures cumulées d'écoute nocturne continue. Cet effort a permis d'identifier 14 espèces de Chiroptères. La région des Pays de la Loire compte 21 espèces régulièrement observées. Ainsi, la diversité chiroptérologique peut être considérée comme moyenne à forte au regard de ces résultats.

Au sein du cortège d'espèces, six d'entre-elles présentent un niveau de fréquentation moyen à fort : la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Barbastelle d'Europe, la Sérotine commune, le Petit rhinolophe et le Grand rhinolophe.

Au regard de leur localisation, l'attractivité potentielle des secteurs suivis est initialement considérée comme variable. Elle est importante au point 3 situé en lisière de boisement, lui-même placé en continuité avec une plantation forestière et un autre bois. Elle l'est aussi au point 5 situé en lisière de haie prolongeant une continuité d'espaces favorables mais s'arrêtant aux limites du bourg de Sainte Gemme-la-Plaine. Nous identifions aussi une éventuelle « continuité » arborée qui traverse le bourg de Sainte Gemme-la-Plaine, joignant de proche en proche ces deux points d'écoute. Les points 1 et 2 se situent en limite de bourg sur des enclaves bocagères ou dans un verger associé à une haie et un parc boisé. Le point 4 se place en zone de rapturé écologique, au bout d'une haie relictuelle donnant sur de vastes espaces cultivées.

Au regard des résultats, la diversité et les niveaux d'activité sont plus importants aux points 3 et 5, et plus faibles au niveau des autres points. À niveau de diversité équivalent, le niveau d'activité est le plus faible au point 4 et le plus élevé au point 2. Le niveau d'activité du peuplement reste fortement influencé par ceux de la Pipistrelle commune et de la Pipistrelle de Kuhl. Ainsi, les résultats corroborent les potentialités attendues. Nous constatons cependant que le niveau d'activité global le plus élevé se décale du point 5 au point 3 de la session estivale à la session automnale.

Par ailleurs, sans présumer qu'il s'agisse d'individus isolés ou de colonies, des gîtes anthropiques ou sylvestres sont envisagés à proximité des points 3 et 5 pour la Pipistrelle commune, la Pipistrelle de Kuhl, la Barbastelle d'Europe, la Noctule commune, le Murin de Daubenton, le Murin à moustaches, le Grand Murin et le Murin de Natterer.

## Table des figures

<b>Carte 1 : localisation de la zone d'implantation</b> .....	5
<b>Carte 2 : localisation des points d'écoute à une échelle rapprochée sur vue aérienne</b> .....	6
<b>Photo. 1 : batcorder placé au point 1 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	6
<b>Photo. 2 : vue de l'environnement immédiat du point 1 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	6
<b>Photo. 3 : Micro de SM2BAT placé au point 2 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	6
<b>Photo. 4 : vue de l'environnement immédiat du point 2 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	6
<b>Photo. 5 : Micro de SM2BAT placé au point 3 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	7
<b>Photo. 6 : vue de l'environnement immédiat du point 3 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	7
<b>Photo. 7 : batcorder placé au point 4 (SCE, 06/05/2019)</b> .....	7
<b>Photo. 8 : vue de l'environnement immédiat du point 1 (SCE, 06/05/2019)</b> .....	7
<b>Photo. 9 : batcorder placé au point 5 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	7
<b>Photo. 10 : vue de l'environnement immédiat du point 5 (SCE, 07/08/2019)</b> .....	7
<b>Tableau 1 : durée de l'écoute de l'activité des Chiroptères et de la phase nocturne</b> .....	7
<b>Graph. 1 : évolution de la température au cours de la nuit du 06/05/2019</b> .....	7
<b>Graph. 2 : évolution de la température au cours de la nuit du 07/08/2019</b> .....	7
<b>Tableau 2 : liste des espèces répertoriées sur l'aire d'étude de l'activité de Chiroptères et nombre de contacts par point et par session</b> .....	10
<b>Graph. 3 : répartition du nombre de contacts par espèce de Chiroptères inventoriées</b> .....	10
<b>Graph. 4 : taux de couverture des points d'écoute et niveau d'activité moyen pour chaque espèce ou taxon</b> .....	11
<b>Graph. 5 : niveaux de diversité et d'activité en fonction des points d'écoute</b> .....	11
<b>Carte 3 : localisation des niveaux d'activité moyens toutes espèces confondues (en contacts / nuit)</b> .....	12
<b>Graph. 6 : évolution de l'activité moyenne des Chiroptères durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	12
<b>Graph. 7 : évolution de l'activité moyenne des Chiroptères durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	12
<b>Graph. 8 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle commune durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	13
<b>Graph. 9 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle commune durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute (échelle identique au Graph. 8)</b> .....	13

<b>Carte 4 : : localisation des niveaux d'activité moyens de la Pipistrelle commune (en contacts / nuit)</b> .....	13
<b>Carte 5 : localisation des niveaux d'activité moyens de la Pipistrelle de Kuhl (en contacts / nuit)..</b> 13	
<b>Graph. 10 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle de Kuhl durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	14
<b>Graph. 11 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle de Kuhl durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	14
<b>Graph. 12 : évolution de l'activité moyenne de la Sérotine commune durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	14
<b>Graph. 13 : évolution de l'activité moyenne de la Sérotine commune durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	14
<b>Carte 6 : localisation des niveaux d'activité moyens de la Sérotine commune (en contacts / nuit).</b> 15	
<b>Carte 7 : localisation des niveaux d'activité moyens de la Noctule de Leisler (en contacts / nuit)..</b> 15	
<b>Graph. 14 : évolution de l'activité moyenne de la Noctule de Leisler durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	15
<b>Graph. 15 : évolution de l'activité moyenne de la Noctule de Leisler durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	15
<b>Graph. 16 : évolution de l'activité moyenne de la Noctule commune durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	16
<b>Graph. 17 : évolution de l'activité moyenne de la Pipistrelle de Nathusius durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	16
<b>Graph. 18 : évolution de l'activité moyenne de l'Oreillard gris durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	16
<b>Graph. 19 : évolution de l'activité moyenne de l'Oreillard gris durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	16
<b>Graph. 20 : évolution de l'activité moyenne du Murin de Daubenton durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	17
<b>Graph. 21 : évolution de l'activité moyenne du Murin de Daubenton durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	17
<b>Graph. 22 : évolution de l'activité moyenne du Murin à moustaches durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	17
<b>Graph. 23 : évolution de l'activité moyenne du Murin à moustaches durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	17
<b>Graph. 24 : évolution de l'activité moyenne du Petit Rhinolophe durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	18
<b>Graph. 25 : évolution de l'activité moyenne du Petit Rhinolophe durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	18
<b>Graph. 26 : évolution de l'activité moyenne de la Barbastelle d'Europe durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute</b> .....	18

**Graph. 27 : évolution de l'activité moyenne de la Barbastelle d'Europe durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute..... 18**

**Graph. 28 : évolution de l'activité moyenne du Grand rhinolophe durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute..... 19**

**Graph. 29 : évolution de l'activité moyenne du Grand rhinolophe durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute..... 19**

**Graph. 30 : évolution de l'activité moyenne du Murin à oreilles échanquées durant la session estivale en fonction de chaque point d'écoute..... 19**

**Graph. 31 : évolution de l'activité moyenne du Murin à oreilles échanquées durant la session automnale en fonction de chaque point d'écoute ..... 19**

**Tableau 3 : niveau de fréquentation des Chiroptères .....20**

## 16.5. Etude hydrogéologique





*Expertise des objets  
géologiques complexes*

*Hydrogéologie*

*Géophysique*

*Conseil*

*Recherche*

*Vulgarisation scientifique*

## DÉPARTEMENT DE LA VENDÉE

### **RD137 DESSERTE DE LUÇON DEPUIS L'AUTOROUTE A83 SAINTE-GEMME-LA-PLAINE / SAINT-JEAN-DE-BEUGNÉ - ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE DES IMPACTS -**

Client :	<b>Affaire n° 2022-29</b>	
<b>DÉPARTEMENT DE LA VENDÉE</b>  DIRECTION DES ROUTES 40, RUE DU MARÉCHAL FOCH 85923 LA ROCHE-SUR-YON CEDEX 9	Rapport :	Date :
	R 2022-29	09 mars 2023
	Rédaction : Pascal BOUTON - Docteur en Géologie	

## Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes (figures, planches, plans hors-texte, etc.) constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou d'une reproduction partielle ne sauraient engager la société *OOLITE*.

2 - La société *OOLITE* ne peut être rendue responsable des modifications apportées au présent rapport sans son consentement écrit.

3 - Les conclusions de l'étude sont établies à partir d'informations disponibles fournies et collectées et de mesures et échantillonnages limités dans l'espace et le temps, qui ne permettent pas de présager d'hétérogénéités naturelles ou artificielles des milieux et de variations temporelles des conditions physiques (météorologie, période hydrologique, occupation des sols, activités anthropiques, etc.).

Les méthodes de reconnaissance et de caractérisation du sol, du sous-sol et des eaux souterraines et superficielles sont ponctuelles et ne sauraient être représentatives d'une zone plus étendue.

Les méthodes de reconnaissance géophysique étant de nature indirecte et non destructive, les résultats qui en découlent résultent d'interprétations effectuées selon une approche scientifique naturaliste.

4 - Les résultats de l'étude sont valables uniquement dans le cadre de la demande et des hypothèses formulées par le Client. Ils ont été établis en fonction des caractéristiques de son projet prévalant au moment où l'étude a été réalisée.

5 - Si, en l'absence de fourniture de l'ensemble des données demandées dans son offre, et à défaut de disposer de données précises spécifiques à la zone étudiée, la société *OOLITE* a été amenée dans le présent rapport à faire des hypothèses sur le projet, il appartient au Client ou à son Maître d'Œuvre de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à *OOLITE* d'avoir établi son étude sur la base desdites hypothèses.

6 - Toute modification ultérieure du projet concernant la conception, l'implantation, et/ou le niveau, la taille des ouvrages ne pourra pas être prise en compte dans le rapport. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caduque certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.

7 - Les conclusions de l'étude sont valables à la date de rédaction du présent rapport suivant la réglementation en vigueur à cette même date. Toute évolution réglementaire postérieure à la réalisation de l'étude devra être prise en compte par le Client.

8 - L'utilisation des résultats d'*OOLITE* pour chiffrer un coût même estimatif de travaux ou d'infrastructures ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de la société *OOLITE*.

## TABLE DES MATIÈRES

CONDITIONS DE VALIDITÉ DE L'ÉTUDE .....	2
TABLE DES MATIÈRES .....	3
LISTES DES FIGURES .....	4
1. INTRODUCTION .....	5
2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	6
2.1. Situation géographique et géomorphologique .....	6
2.2. Contexte géologique .....	6
2.3. Contexte hydrogéologique .....	6
3. LES ÉMERGENCES DE NAPPE.....	7
3.1. Données piézométriques .....	7
3.1.1. Données bibliographiques .....	7
3.1.2. Suivis piézométriques disponibles.....	7
3.2. L'inondation de nappe du 24/12/2019.....	8
3.3. Estimation du niveau des très hautes eaux de février 2014 .....	8
3.3.1. Enquête auprès des acteurs locaux .....	8
3.3.2. Installation de piézomètres.....	9
3.3.3. Estimation de la cote de crue de nappe de février 2014 .....	9
4. LIMITATION DES IMPACTS HYDROGÉOLOGIQUES POTENTIELS DU PROJET .....	10
4.1. Limitation des impacts sur les inondations de nappe.....	10
4.1.1. Principes généraux.....	10
4.1.2. Vallon nord-est .....	11
4.1.3. Vallon sud-est (route du Pont du Silly) .....	11
4.1.4. Secteur sud (la Noue).....	11
4.2. Cas de la nappe perchée de la Boutinière .....	11
4.3. Limitation de l'impact du projet sur la qualité de la nappe .....	11
FIGURES .....	12

## LISTES DES FIGURES

Figure 1 – Implantation et profil altimétrique du projet d'après Géoportail, avec en bleu les zones où le tracé recoupe des vallons sujets aux remontées de nappe. ....	13
Figure 2 – Implantation du tracé sur la carte géologique 1/50 000 BRGM (feuilles N°585 - LUÇON à l'Ouest et N°586 - FONTENAY-LE-COMTE à l'Est). Les cercles rouges indiquent les zones où le tracé recoupe des vallons sujets aux remontées de nappe.....	14
Figure 3 – Bloc diagramme illustrant le contexte structural du secteur étudié (d'après Roy, dans Diot et al., 2007). Les assises du Dogger qui surmontent les marnes toarciennes ne sont pas représentées.....	15
Figure 4 – Coupe conceptuelle illustrant les conditions d'inondation des talwegs en niveau piézométrique (NP) de hautes eaux de la nappe du Dogger, ainsi que la relation hydrogéologique entre la nappe du Dogger et le Marais poitevin.....	16
Figure 5 – Inondation des fonds de vallons au nord-est de Saint-Gemme-la-Plaine lors du haut niveau piézométrique de l'hiver 2019-2020 (image drone SGLP du 24/12/2019). ....	16
Figure 6 – Ouvrages BSS (puits et forages) proches du tracé, avec indications de la profondeur du niveau statique et de la date du relevé (d'après données Infoterre disponibles le 24/10/2022). ....	17
Figure 7 – Carte piézométrique des hautes eaux de février 1974. Extrait de la carte de l'annexe 2 du rapport BRGM 74SGN130BPL. ....	18
Figure 8 – Localisation et chronique piézométrique des piézomètres de Luçon (05857X0145/PZ) et Saint-Aubin-la-Plaine (05865X0126/S). ....	19
Figure 9 – Surcote de nappe entre les très hautes eaux de février 2014 et celles de fin décembre 2019 dans les piézomètres de Luçon (05857X0145/PZ), Saint-Aubin-la-Plaine (05865X0126/S) et Corpe (05858X0203/S). ....	20
Figure 10 – Chronique piézométrique du piézomètre de Saint-Aubin-la-Plaine (05865X0126/S) depuis le 01/01/2000, avec dates des plus hautes eaux et niveaux piézométriques correspondants. ....	21
Figure 11 – Estimations des inondations de nappe de décembre 2019 et de février 2014 (secteur nord). ....	22
Figure 12 – Estimations des inondations de nappe de décembre 2019 et de février 2014 (secteur est). ....	23
Figure 13 – Estimations des inondations de nappe de décembre 2019 et de février 2014 (secteur sud). ....	24
Figure 14 – Chronique piézométrique à Saint-Aubin et dans les piézomètres installés en 2022 le long du tracé.....	25
Figure 15 – Estimation des niveaux piézométriques lors des hautes eaux du 24/12/2019 et du 14/02/2014. ....	26
Figure 16 – Profil en long des vallons nord-est et sud-est recoupés par le projet lors des inondations du 19/12/2019 (observation) et du 14/02/2014 (estimation). ....	26

## 1. INTRODUCTION

La Direction des routes du département de Vendée étudie le projet routier de desserte de Luçon depuis l'autoroute RD137, par élargissement de l'actuelle RD 137 et contournement des bourgs de Saint-Jean-de-Beigné et de Sainte-Gemme-la-Plaine (Figure 1).

Au niveau de Sainte-Gemme, le tracé retenu passera à l'est de l'agglomération, entre celle-ci et le Marais poitevin. Ce secteur est sujet aux remontées de la nappe souterraine du Dogger. Lors des hauts niveaux de nappe, celle-ci émerge et remplit les fonds de vallon. Le maître d'ouvrage souhaite préciser les conditions de ces émergences afin d'évaluer l'impact du projet routier sur l'aquifère.

Pour réaliser cette évaluation, le maître d'ouvrage a mis à ma disposition :

- Le plan de principe de la solution retenue (07/10/2022) aux formats papier et numérique ;
- Le plan topographique du terrain en date du 28/10/2022 dressé par GEOFIT Expert ;
- Les orthophotographies couvrant la zone du projet ;
- Un reportage vidéo (2 films) réalisé par drone le 24/12/2019 lors d'une période d'inondation de nappe ;
- Les indications obtenues auprès des riverains sur les niveaux d'inondation dont ils avaient connaissance.

Par ailleurs, pour préciser la piézométrie au niveau du projet de contournement, 6 piézomètres ont été mis en place en décembre 2022 par le CEREMA selon un plan d'implantation que j'avais fourni. Trois relevés piézométriques ont été réalisés sur ces ouvrages avant qu'ils soient équipés d'enregistreurs automatiques.

Après avoir décrit le fonctionnement hydrogéologique le long du projet, des propositions sont faites pour limiter ses impacts sur l'aquifère du Dogger et le Marais poitevin.

## 2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

### 2.1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET GÉOMORPHOLOGIQUE

Le tracé du projet est situé entièrement sur la plaine calcaire du Sud-Vendée. L'altitude du tracé présente une déclivité entre le point de raccordement à l'autoroute A83 (45 m NGF) et celui où il rejoindra la RD 137 au sud des Quatre Chemins (12 m NGF). La pente du tracé d'abord faible, s'accroît entre Millard (44 m NGF) et Bienvenue (15 m NGF), avant de diminuer progressivement (Figure 1).

Le contournement de Sainte-Gemme-la-Plaine par l'est correspond avec la partie basse du tracé (section B-C, Figure 1). Le projet y recoupe trois vallons qui rejoignent au sud-est la dépression topographique du Marais poitevin. Ce sont ces vallons qui sont sujet aux remontées de nappe.

### 2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La plaine du Sud-Vendée est installée sur les assises calcaires du Jurassique moyen (Dogger), qui sont au nord les calcaires ponctuels du Bajocien qui viennent recouvrir au sud les calcaires grumeleux du Bathonien. En bordure du Marais poitevin, cet ensemble perméable est surmonté par les calcaires marneux et marnes du Callovien inférieur (Figure 2).

Ces différentes couches sont globalement faiblement inclinées vers le sud en direction du marais. Ce dispositif est recoupé par des failles qui engendrent des décalages verticaux (compartimentage tectonique). Le compartiment de Sainte-Gemme-la-Plaine est ainsi affaissé (Figure 3) ce qui explique la présence du Callovien dans le vallon en aval de la Boutinière.

### 2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Les assises du Jurassique inférieur et moyen contiennent deux aquifères séparés par la couche imperméable des marnes du Toarcien. De bas en haut, il s'agit de :

- La nappe des calcaires dolomitiques du Lias inférieur, dont le toit se situe à une cinquantaine de mètres de profondeur au niveau de Sainte-Gemme-la-Plaine (forage BSS001NLJP). Cet aquifère est captif sous les marnes du Toarcien ;
- La nappe du Dogger, contenue dans les calcaires perméables du Bajocien et du Bathonien. Au nord du Marais poitevin, les calcaires du Dogger affleurent, ce qui signifie que la nappe est libre, car non maintenue sous une couche imperméable.

La nappe libre du Dogger est alimentée par les précipitations. Compte tenu de la perméabilité élevée des calcaires, elle est très réactive à celles-ci. Lorsque qu'elles sont importantes, généralement en hiver et au printemps, la nappe vient à l'affleurement dans les vallons où la surface topographique intercepte la surface piézométrique (Figure 4). C'est ce qui se produit dans le secteur de Sainte-Gemme-la-Plaine (Figure 5).

La nappe du Dogger est très sollicitée pour l'irrigation, ce qui accentue sa baisse en période estivale. Depuis une dizaine d'années, pour limiter celle-ci, ont été mises en place de bassines afin de stocker l'eau de la nappe en réalisant le prélèvement dans l'aquifère en période de hautes eaux. L'incidence de ce prélèvement sur les inondations de nappes n'est pas connue.

## 3. LES ÉMERGENCES DE NAPPE

### 3.1. DONNÉES PIÉZOMÉTRIQUES

#### 3.1.1. Données bibliographiques

La banque de données du sous-sol gérée par le BRGM<sup>1</sup> indique la présence autour du tracé de nombreux ouvrages (puits et forages) exploitant ou ayant exploité la nappe libre du Dogger. L'analyse des documents relatifs à ces ouvrages a permis de récolter des informations ponctuelles quant à la profondeur du toit de la nappe, donc à sa piézométrie (Figure 6).

Ces données concernent toutefois des dates différentes, donc des situations de nappe variables. Elles ne permettent donc pas tracer précisément la topographie du toit de la nappe, notamment en conditions de hautes ou très hautes eaux.

Ces informations permettent toutefois de différencier :

- Le secteur nord-est, autour de Saint-Jean-de-Beigné où le toit de l'aquifère est situé à plus de 10 mètres en condition de hautes eaux et où les émergences de nappe ne sont pas connues ;
- Le secteur du contournement oriental de Sainte-Gemme-la-Plaine où la nappe est peu profonde en période de hautes eaux et où elle vient épisodiquement à l'affleurement en conditions de très hautes eaux (Figure 5).

Pour le secteur de Sainte-Gemme-la-Plaine, les relevés disponibles dans Infoterre indiquent un écoulement globale vers le sud-est, en direction du Marais poitevin, conformément à la topographie et à la carte piézométrique ancienne établie par le BRGM pour les hautes eaux de février 1974<sup>2</sup> (Figure 7).

#### 3.1.2. Suivis piézométriques disponibles

L'observatoire du département de Vendée<sup>3</sup> a mis en place des piézomètres pour suivre la nappe du Dogger. Autour de la zone d'étude, il gère trois ouvrages situés dans un contexte hydrogéologique similaire à celle-ci par rapport au Marais poitevin (Figure 8 ; Figure 9) :

- à 1,5 km à l'est, le piézomètre de Tous Vents (05865X0126/S), sur la commune de Saint-Aubin-la-Plaine ;
- à 3.9 km, l'ouvrage de Corpe (05858X0203/S) qui recoupe le Lias inférieur et le Dogger et représente les conditions amont de la nappe ;
- 5 km à l'ouest du projet, le piézomètre de Luçon (05857X0145/PZ).

Les ouvrages de Luçon et Saint-Aubin-la-Plaine sont en situation aval et assez proches du Marais. Ils montrent des variations piézométriques similaires en termes de réactivité et d'amplitude. On constate qu'en période de crue de nappe, la montée est plus rapide que la décrue (Figure 8).

---

<sup>1</sup> <http://infoterre.brgm.fr> , interrogé en novembre 2022.

<sup>2</sup> BRESSON G. (1974). Étude hydrogéologique des nappes jurassiques du sud de la Vendée. Rapport BRGM 74SGN130BPL, 94 p.

<sup>3</sup> <https://observatoire.vendee.fr/environnement/eau/la-surveillance-des-eaux-continentales>

Compte tenu de sa proximité, l'ouvrage de Saint-Aubin-la-Plaine a été privilégié pour les comparaisons avec le secteur d'étude. Le comportement de la nappe y montre une amplitude de variation importante, de l'ordre de 8,5 m entre les plus basses et les plus hautes eaux (Figure 10).

Les plus hautes eaux enregistrées depuis la création de l'ouvrage (20/12/1988) l'ont été le 14/02/2014 lorsque la nappe a atteint 6,59 m NGF. Les niveaux dans les deux autres piézomètres pour cette période sont indiqués en Figure 9, ainsi que la surcote par rapport à la crue de nappe de fin décembre 2019 observée à l'est de Sainte-Gemme-la-Plaine qui est décrite ci-dessous.

### **3.2. L'INONDATION DE NAPPE DU 24/12/2019**

La nappe du Dogger a débordé fin 2019. Les images drone d'inondation fournies pour cette étude datent du 24/12/2019 (Figure 5) alors que le niveau dans le piézomètre de Saint-Aubin-la-Plaine était de 5.57 m NGF avant d'atteindre le lendemain la cote de 5.71 m NGF (Figure 10). L'examen détaillé des vidéos suggère que la baisse de la nappe était déjà entamée à Sainte-Gemme-la-Plaine le 24/12/2019 (traces de marnage).

Une analyse des images a permis de tracer les contours approximatifs de l'inondation. Il a ensuite été possible d'en estimer l'altitude en différents points par comparaison avec les données topographiques<sup>4</sup> fournies par la Direction de routes (Figure 11 à Figure 13).

Le réseau des routes et chemins qui recoupent actuellement les vallons jouent un rôle de barrage aux écoulements (Figure 16). L'eau s'écoule alors vers l'aval par les buses traversant ces digues topographiques (RD14) ou franchit l'obstacle (chemin en aval de la RD14).

En plus des remontées de nappe des fonds de vallons, on constate des inondations circonscrites sur la hauteur de la Boutinière séparant les deux vallons situées à l'est de Sainte-Gemme-la-Plaine, à une altitude de l'ordre de 9 à 10 m NGF (Figure 5 ; Figure 12). Ces inondations peuvent s'expliquer par une moindre perméabilité des assises géologiques superficielles qui retarde l'infiltration des pluies récentes<sup>5</sup> et génère une nappe perchée temporaire. Il peut s'agir d'intercalations marneuses au sein du Jurassique (base du Callovien ?) ou d'un recouvrement superficiel argileux.

### **3.3. ESTIMATION DU NIVEAU DES TRÈS HAUTES EAUX DE FÉVRIER 2014**

Depuis la mise en place d'un suivi en 1988, les plus hautes eaux connues dans le piézomètre de Saint-Aubin-la-Plaine sont survenues en février 2014 (Figure 10).

Il est difficile d'estimer le niveau d'inondation dans les vallons concernés par le projet car on ne dispose d'aucune mesure piézométrique pour ce secteur durant cette période. De plus le tracé sujet à des inondations de nappe concerne des contextes topographiques différents, notamment situés à des distances variables du Marais poitevin qui constitue le niveau de base du système (Figure 4).

#### **3.3.1. Enquête auprès des acteurs locaux**

La direction des routes a interrogé les riverains du projet sur leur mémoire des plus hautes connues. Ces indications ont été reportées sur un plan qui m'a été fourni. Elles

---

<sup>4</sup> Des approximations ont été faites lorsque les relevés topographiques ne couvraient pas toute la zone inondée.

<sup>5</sup> La crue de nappe fait suite à une période de fortes précipitations.

s'avèrent parfois inférieures à la cote restituée pour l'inondation du 24/12/2019. Elles sont donc peu utilisables pour la crue plus importante de février 2014.

En ce qui concerne spécifiquement la RD 14, les agents de terrain assurant la gestion locale des voies départementales indiquent ne pas avoir connaissance qu'elle ait été inondée. Aucune inondation n'a été constatée en 2014.

### 3.3.2. Installation de piézomètres

Pour essayer l'approcher la cote de ces très hautes eaux, il était nécessaire de mieux connaître la géométrie du toit de la nappe. Pour cela, 6 piézomètres ont été implantés le long du tracé (Figure 11 à 12). Lors de leur mise en place en décembre 2022, le niveau piézométrique était bas en raison d'une année 2022 déficitaire en précipitations.

Les pluies de fin 2022 et début 2023 ont permis une nette remontée du niveau, lequel restait cependant en dessous du niveau moyen pour cette période.

Un relevé a été réalisé le 12/01/2023 alors que le niveau piézométrique à Saint-Aubin-la-Plaine était à 2.01 m en dessous des hautes eaux de décembre 2019 (Figure 14). Ce même jour, un début d'émergence de la nappe a été constaté dans les fossés de la route menant au pont de Silly (vallon sud-est) et autour du piézomètre PZ3 près la Noue (eaux dans les fossés et dans les champs au droit du futur tracé).

Le suivi ponctuel effectué depuis la mise en place des ouvrages montre que la remontée piézométrique varie selon les ouvrages, les ouvrages les plus amont (PZ5 et PZ1) étant les plus réactifs (Figure 14).

### 3.3.3. Estimation de la cote de crue de nappe de février 2014

Les courbes de la hauteur piézométrique en fonction de la distance au Marais poitevin (niveau de base de l'aquifère) ont été dressées pour les conditions de nappe suivantes (Figure 15) :

- État au 23/01/2023 à partir du niveau mesuré dans les piézomètres ;
- État du 24/12/2019, à partir du niveau estimé dans les piézomètres en se basant sur les relevés effectués sur émergences proches et le tracé supposé des isopièzes (cartes Figure 11 à Figure 13).

À partir de cela, une estimation graphique est proposée pour les très hautes eaux de février 2014 (Figure 15). Cette estimation tient compte des informations obtenues auprès des acteurs locaux.

Pour le contournement oriental de Sainte-Gemme-la-Plaine, les profils des vallons en condition de très hautes eaux montrent (Figure 16) :

- Pour le vallon nord-est, la digue de la RD14 reste hors d'eau tandis que le chemin en aval du PZ1 est recouvert, comme c'était déjà le cas le 24/12/2019.
- Pour le vallon sud-est, la route vers le Pont de Silly (voie communale des Desbats) est également totalement noyée.

Au sud de Sainte-Gemme-la-Plaine, il n'est pas possible d'évaluer le niveau qui aurait été atteint dans le secteur de la Noue. Pour ce secteur où les voies étaient inondées le 24/12/2019, il manque des éléments de calage en conditions de très hautes eaux. De plus le niveau piézométrique doit y être contrôlé par celui du niveau des canaux du Marais Poitevin pour lequel je n'ai pas d'information locale correspondant à la période considérée.

## 4. LIMITATION DES IMPACTS HYDROGÉOLOGIQUES POTENTIELS DU PROJET

### 4.1. LIMITATION DES IMPACTS SUR LES INONDATIONS DE NAPPE

#### 4.1.1. Principes généraux

Il faut d'abord rappeler le contexte particulier de la remontée de nappe, où le débordement s'effectue à partir des fonds de vallons perméables (Figure 4 ; Figure 5). Dans cette situation l'eau provient du sous-sol et s'écoule ensuite en partie en surface, tandis que l'autre partie continue de s'écouler en profondeur et latéralement au sein de l'aquifère. Il n'y a pas de données quantitatives locales (mesures de débit) qui permettent d'estimer la part relative de chaque type d'écoulement, laquelle varie en fonction du niveau de la nappe et des variations de perméabilité au sein de l'aquifère.

Les obstacles actuels à l'écoulement de surface sont constitué par le réseau surélevé des routes et chemins. Ces digues sont dotées de buses qui permettent l'écoulement des débordements de nappe. Lorsque ces barrages topographiques sont submergés par les très hautes eaux, une surverse intervient (Figure 16). Lors de la baisse du niveau, l'exondation des vallons s'effectue de la même façon par les effets conjugués de la baisse du niveau piézométrique qu'accompagne l'infiltration de l'eau dans le sous-sol et par l'évacuation superficiel par les fossés lorsqu'ils existent.

##### 4.1.1.1. Limitation de l'effet barrage

Le projet de déviation recoupera trois dépressions soumises à ces remontées de nappe (Figure 1), ce qui aura pour effet de constituer un barrage aux écoulements de surface en condition de crue de nappe (Figure 16). En effet, la route devra être suffisamment haute pour ne pas être inondée en condition de très hautes eaux, comme c'est le cas actuellement pour certaines voies (Figure 16). Pour évaluer cette situation, nous avons pris comme référence les très hautes de nappe de de février 2014 qui correspondent au niveau piézométrique le plus élevé atteint depuis 1988 dans les chroniques piézométriques disponibles à proximité du projet (Figure 9).

Le projet routier de contournement devra maintenir cette capacité d'écoulement afin d'avoir le moins d'impact :

- sur les conditions actuelles d'écoulement dans les vallons lors des remontées de nappe ;
- sur les bords des vallons en évitant d'aggraver la montée des eaux sur les terres agricoles et le bâti ;
- en aval du projet en n'accéléralant pas l'écoulement du débordement vers le marais.

##### 4.1.1.2. Impact des remblais

Le projet routier implique la mise en place de remblais dans les dépressions. Compte tenu la forte perméabilité de l'aquifère du Dogger (moyenne de  $10^{-2}$  m/s), l'apport de ces remblais qui se substitueront à l'eau des vallons inondés ne modifiera pas notablement le niveau de la nappe, ni donc celui des retenues.

#### 4.1.2. Vallon nord-est

Le projet comprend ici deux voies parallèles, la future RD137 (4 voies) et la bretelle reliant le rond-point de Bellevue à la future RD 14 (Figure 11). Ces voies recouperont obliquement le vallon inondable, alors que l'actuelle RD 14 le recoupe perpendiculairement.

Le projet n'aura d'impact que sur la partie de vallon comprise entre le chemin de l'impasse de Talgon et le projet. Il faut rappeler qu'en cas de crue de nappe, cette retenue reçoit aussi l'eau provenant des retenues situées en amont de l'impasse de Talgon et de la RD137 (Figure 16).

Il faut donc prévoir une évacuation qui permette de maintenir le niveau sous la cote évaluée pour les très hautes eaux du 14/02/2014. Compte tenu des tracés projetés, le volume d'eau retenu en amont des voies sera moindre que celui qui est actuellement maintenu en amont de la RD 14. Le débit d'écoulement des buses actuelles n'étant pas connu, il est proposé de se baser sur les dimensions du système d'évacuation actuel sous la RD 14.

La proposition est de placer à la base des digues des canalisations dimensionnées comme celles qui traversent actuellement la RD14 et d'installer une surverse de même section à la cote 10,0 m NGF (cote du fil d'eau) pour gérer l'écoulement en situation de très hautes eaux.

#### 4.1.3. Vallon sud-est (route du Pont du Silly)

La déviation créera ici un barrage perpendiculaire au vallon qui s'écoule vers le marais en direction du pont de Silly (Figure 11). Ce vallon est fréquemment inondé lors des hautes eaux de nappe. L'objectif sera de ne pas entraver l'écoulement de l'eau en mettant en place à la base de la digue un système de buses largement dimensionnées (4 x  $\varnothing 1000$  ?).

#### 4.1.4. Secteur sud (la Noue)

Comme pour le vallon sud-est, la digue créée ne devra pas mettre en charge les eaux situées en amont (côté nord-ouest). La solution sera la pose d'un ensemble de buses largement dimensionnées.

### 4.2. CAS DE LA NAPPE PERCHÉE DE LA BOUTINIÈRE

Entre les vallons nord-est et est, le projet traverse un interfluve où des inondations se manifestent à la suite des fortes pluies (Figure 5). Cette petite nappe perchée n'est pas en continuité hydraulique avec la nappe du Dogger. Il conviendra de gérer ces débordements au niveau du projet par la mise en place d'un système de collecte et d'un bassin tampon ou d'infiltration en aval qui pourrait être implanté vers le piézomètre PZ6.

### 4.3. LIMITATION DE L'IMPACT DU PROJET SUR LA QUALITÉ DE LA NAPPE

Afin de gérer le risque lié à un déversement de polluants consécutif à un accident routier, les systèmes de rétention d'eaux pluviales devront être placés au-dessus des cotes des plus hautes eaux évaluées par le présent travail.

## FIGURES

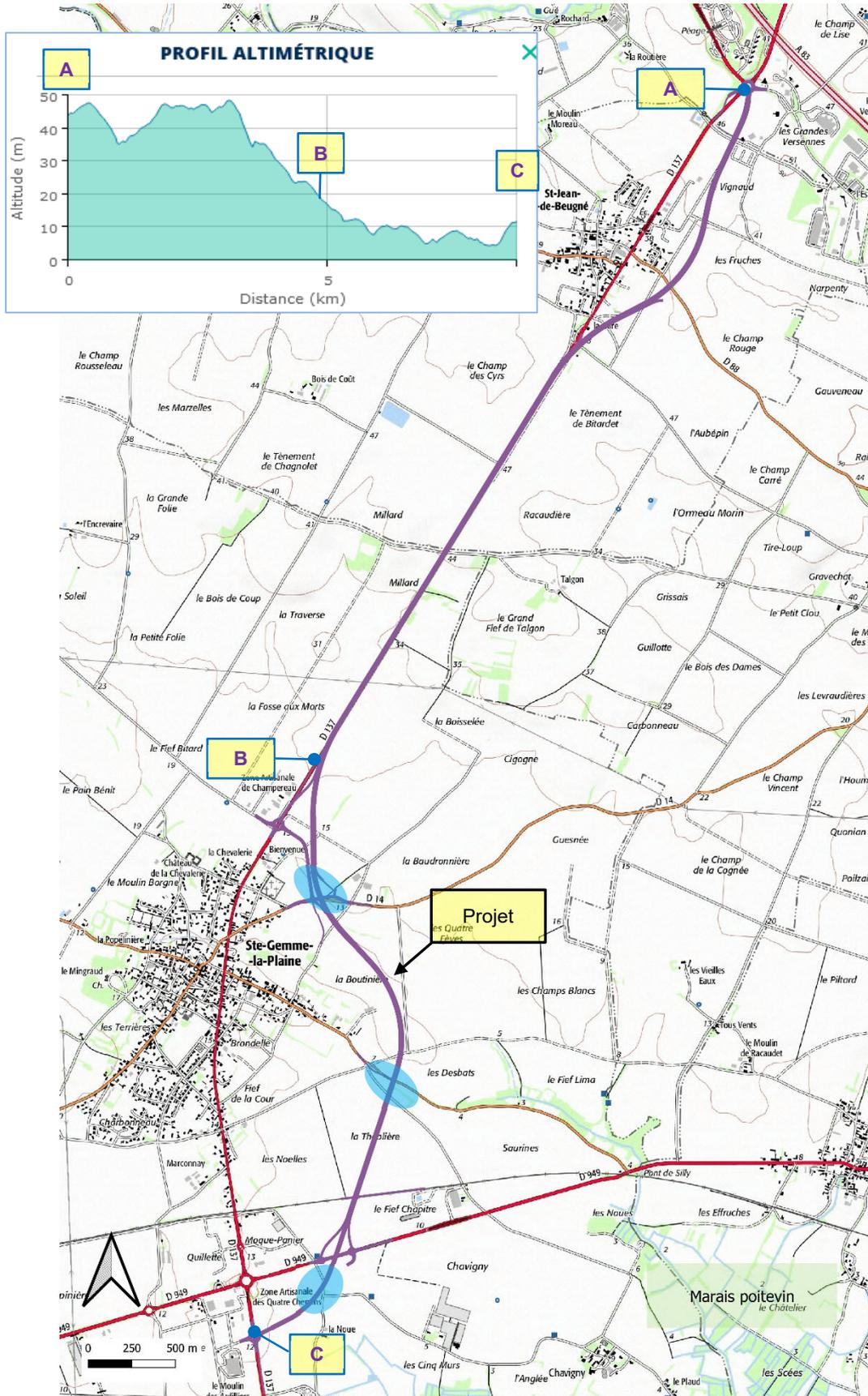


Figure 1 – Implantation et profil altimétrique du projet d'après Géoportail, avec en bleu les zones où le tracé recoupe des vallons sujets aux remontées de nappe.

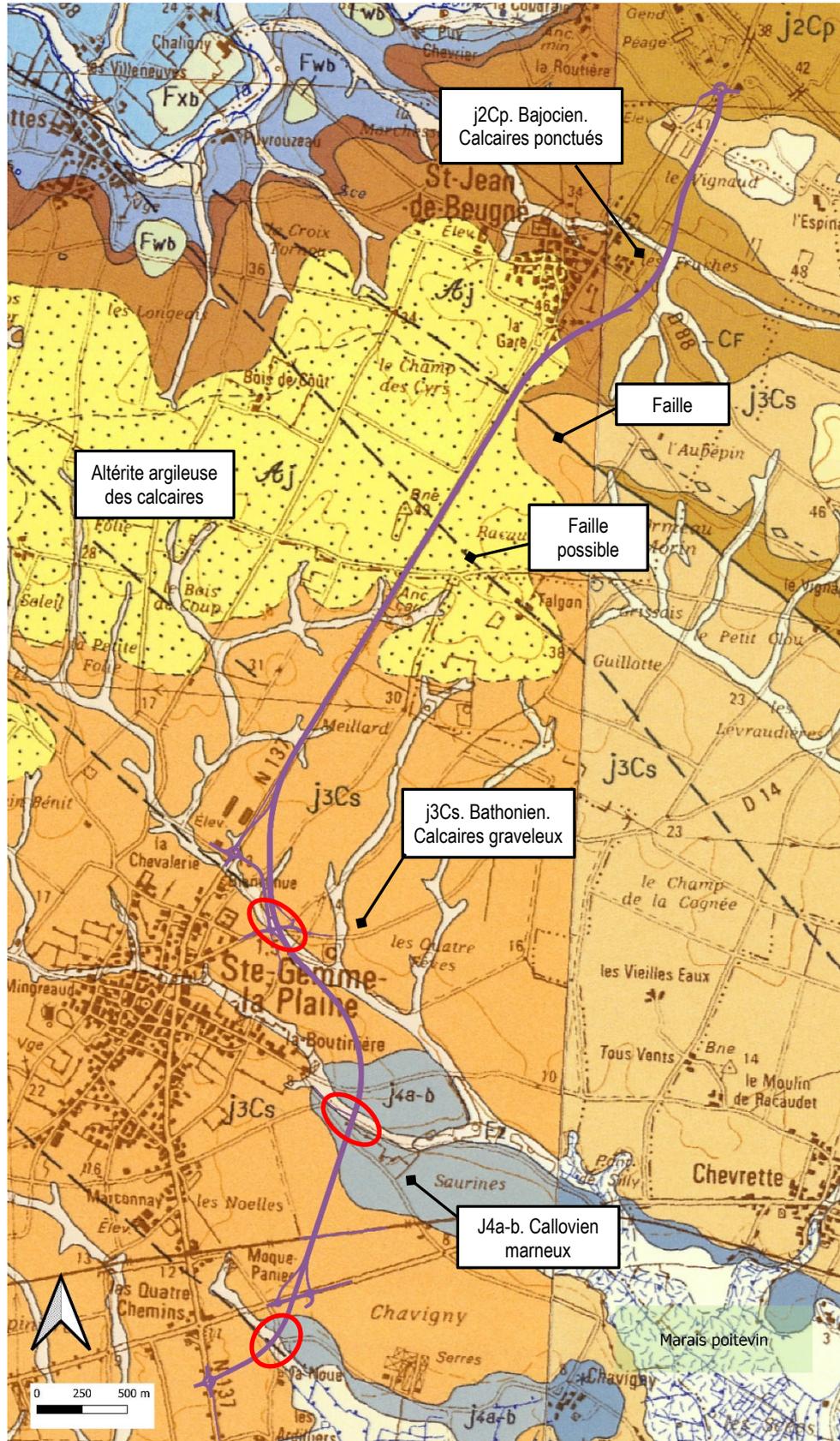


Figure 2 – Implantation du tracé sur la carte géologique 1/50 000 BRGM (feuilles N°585 - LUÇON à l'Ouest et N°586 - FONTENAY-LE-COMTE à l'Est). Les cercles rouges indiquent les zones où le tracé recoupe des vallons sujets aux remontées de nappe

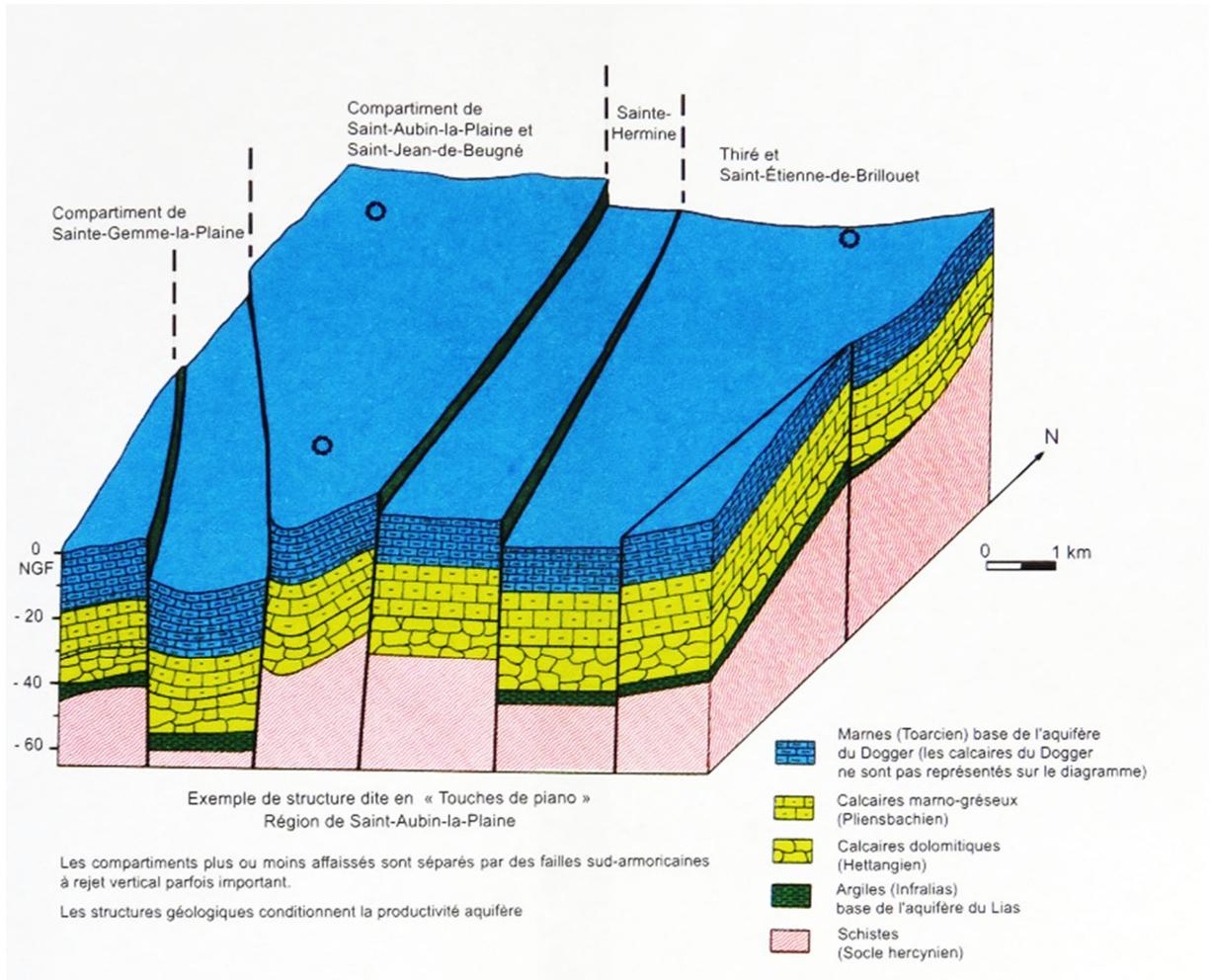


Figure 3 – Bloc diagramme illustrant le contexte structural du secteur étudié (d'après Roy, dans Diot et al., 2007<sup>6</sup>). Les assises du Dogger qui surmontent les marnes toarciennes ne sont pas représentées.

<sup>6</sup> DIOT H., FEMENIAS O., MOREAU Ch., GAUFRIAU A., ROY Cl., KARNAY G. avec la collaboration de MENARD J.J., JOURDAIN T., PONS L., POUPIN B., CONAN Y., MAILLARD A., DUPIN L., JOUSSEAUME S., GUILBAUD M.N., BLAIS A. (2007) – Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Fontenay-le-Comte (586). Orléans : BRGM, 96 p. Carte géologique par Moreau C., Femenias O., Diot H., Karnay G. (2007).

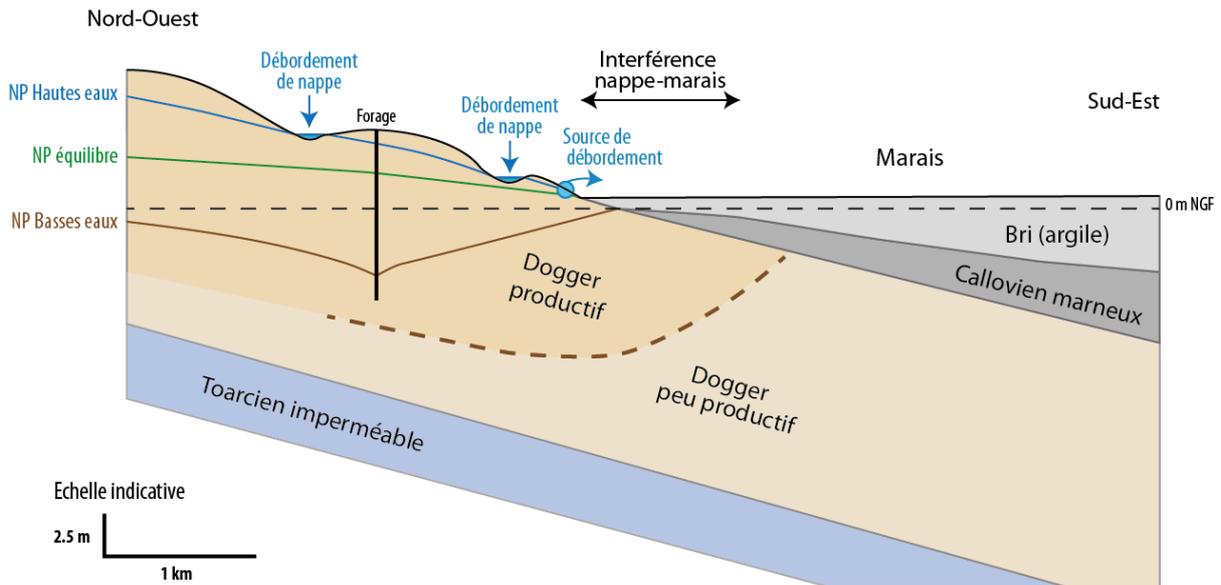


Figure 4 – Coupe conceptuelle illustrant les conditions d’inondation des talwegs en niveau piézométrique (NP) de hautes eaux de la nappe du Dogger, ainsi que la relation hydrogéologique entre la nappe du Dogger et le Marais poitevin.

Noter que la différence d’altitude entre le niveau d’équilibre et le niveau de hautes augmente en fonction de la distance au Marais.



Figure 5 – Inondation des fonds de vallons au nord-est de Saint-Gemme-la-Plaine lors du haut niveau piézométrique de l’hiver 2019-2020 (image drone SGLP du 24/12/2019).

On constate aussi des inondations localisées (flèches) sur les parties hautes de l’interfluve de la Boutinière.

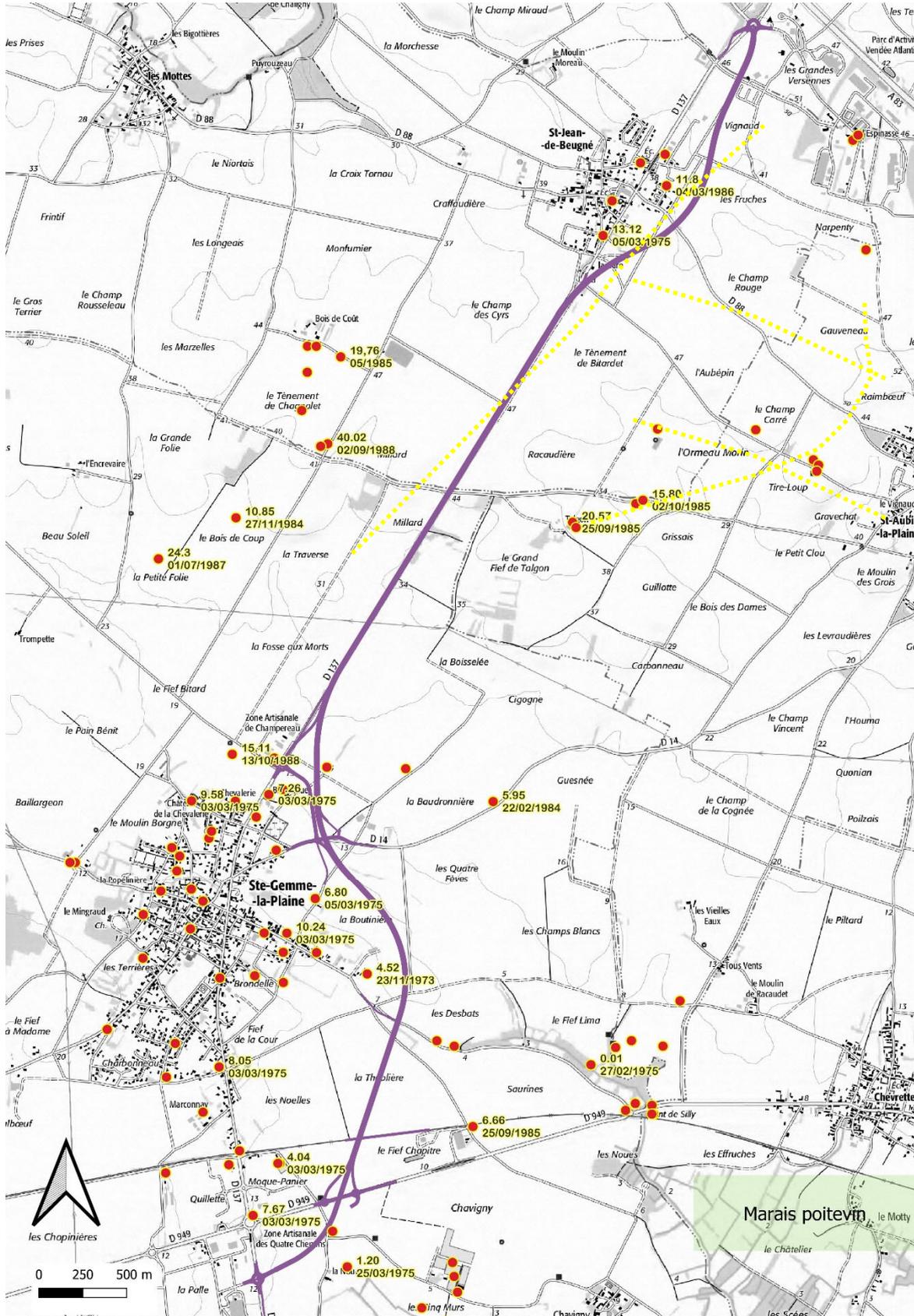


Figure 6 – Ouvrages BSS (puits et forages) proches du tracé, avec indications de la profondeur du niveau statique et de la date du relevé (d'après données Infoterre disponibles le 24/10/2022).

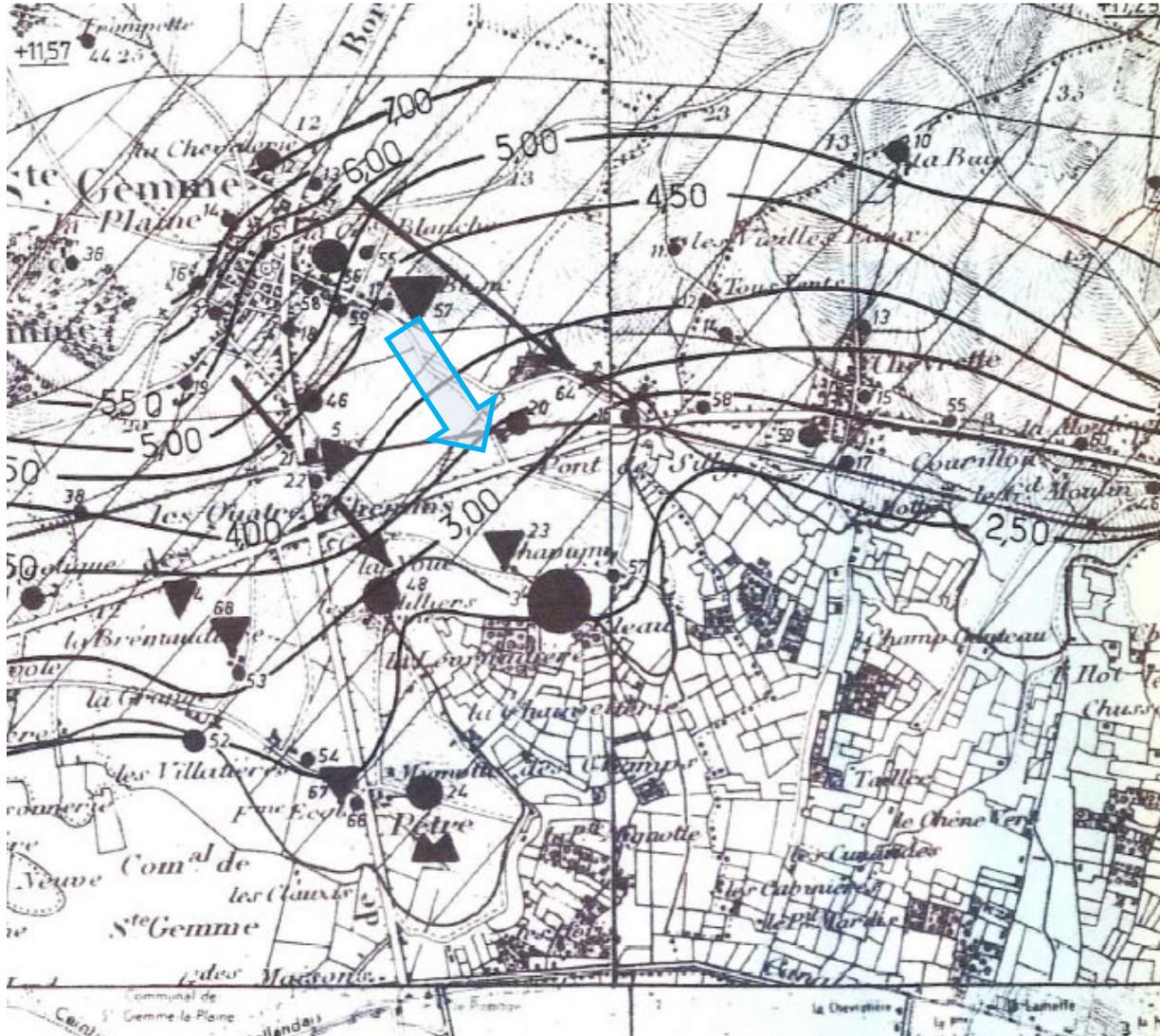


Figure 7 – Carte piézométrique des hautes eaux de février 1974. Extrait de la carte de l'annexe 2 du rapport BRGM 74SGN130BPL.

L'aquifère s'écoule vers le sud-est (flèche bleue) vers la dépression topographique du Marais poitevin.

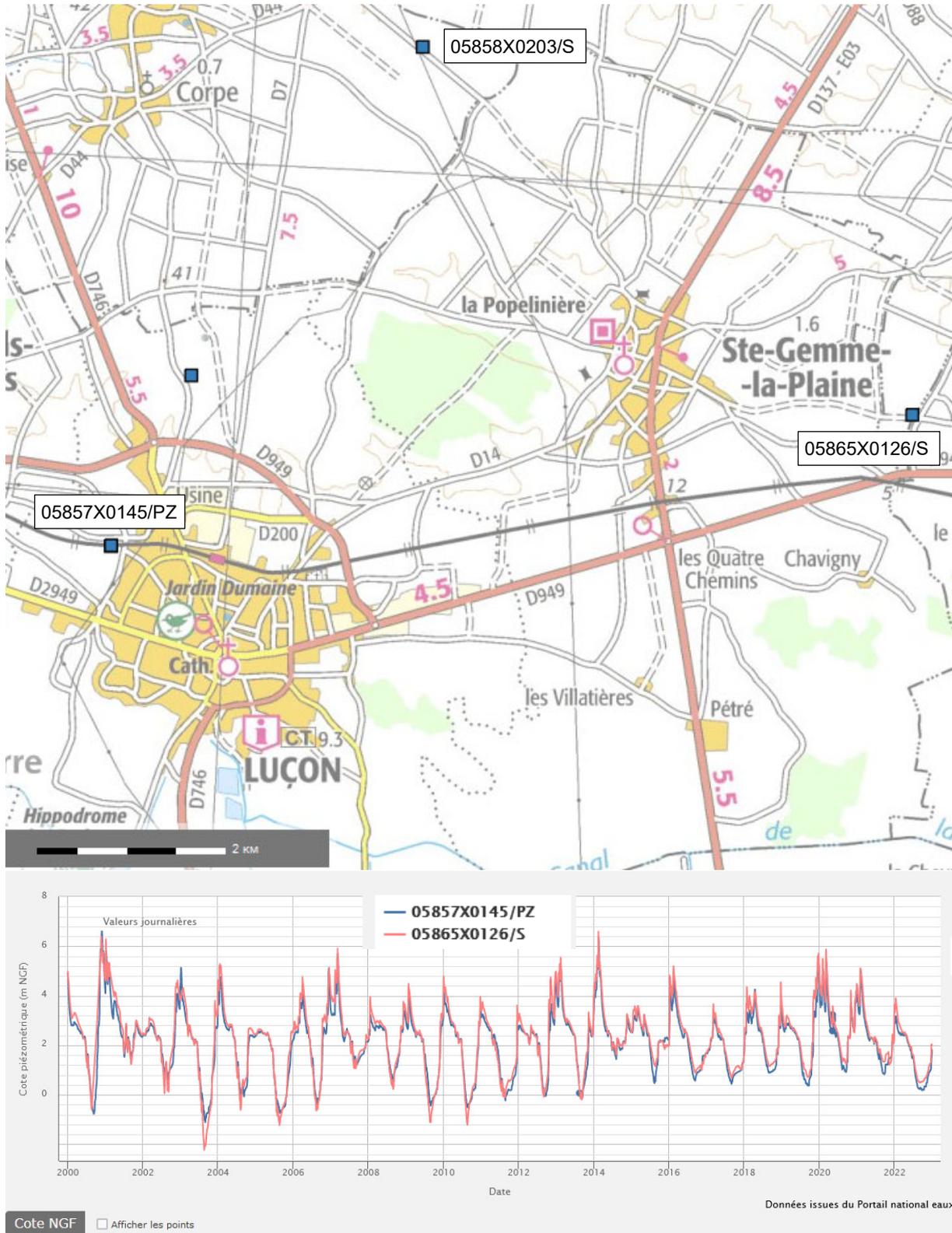
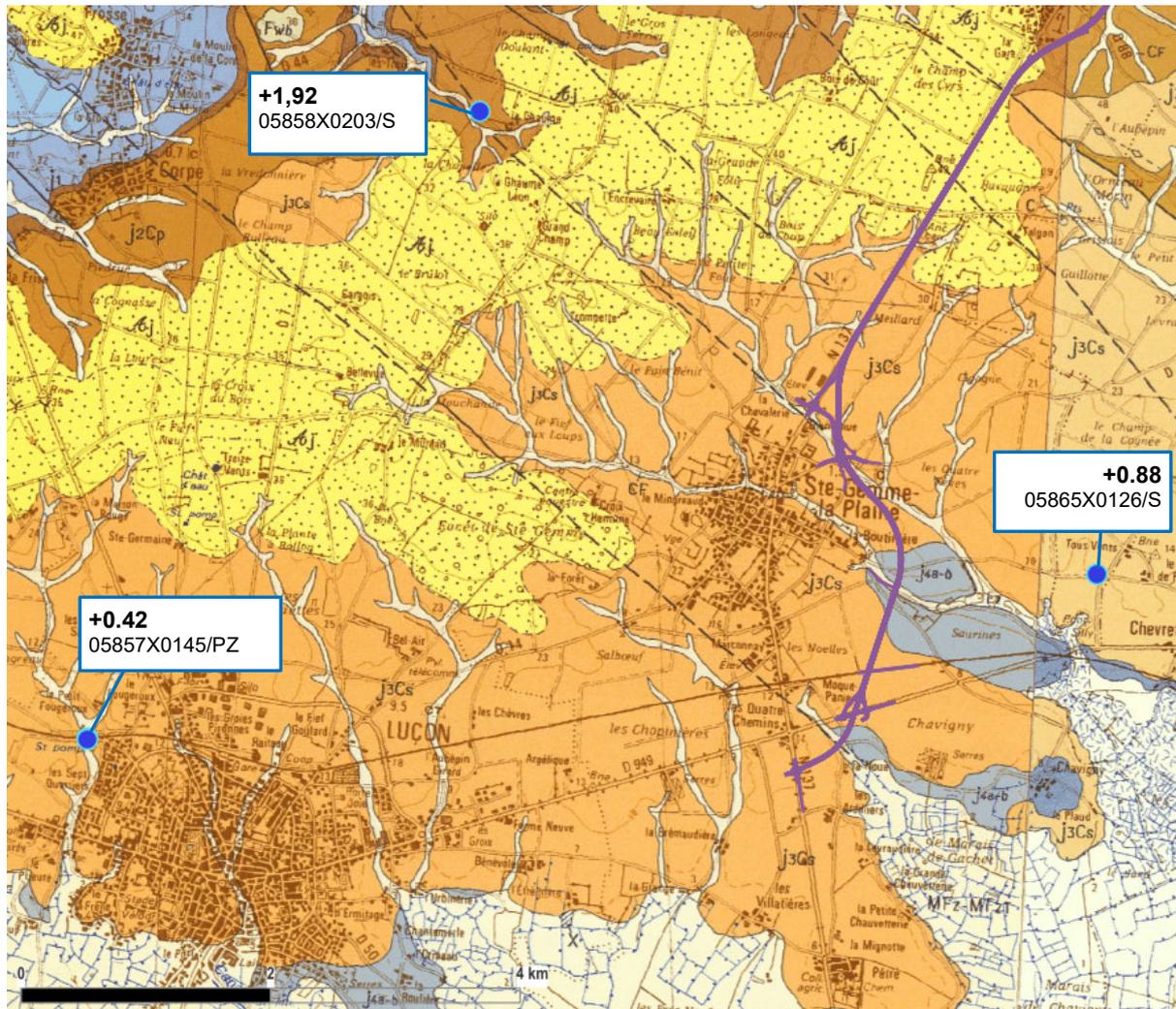


Figure 8 – Localisation et chronique piézométrique des piézomètres de Luçon (05857X0145/PZ) et Saint-Aubin-la-Plaine (05865X0126/S).



Piézomètre	Hautes Eaux 02/2014		Hautes Eaux 12/2019		Différence (m)
	Date	Niveau (m NGF)	Date	Niveau (m NGF)	
05865X0126/S	15/02/2014	24.4 m NGF	26/12/2019	22.48 m NGF	1.92
05857X0145/PZ	15/02/2014	7.64 m NGF	26/12/2019	7.22 m NGF	0,42
05865X0126/S	14/02/2014	6.59 m NGF	25/12/2019	5,71 m NGF	0,88

Figure 9 – Surcote de nappe entre les très hautes eaux de février 2014 et celles de fin décembre 2019 dans les piézomètres de Luçon (05857X0145/PZ), Saint-Aubin-la-Plaine (05865X0126/S) et Corpe (05858X0203/S).

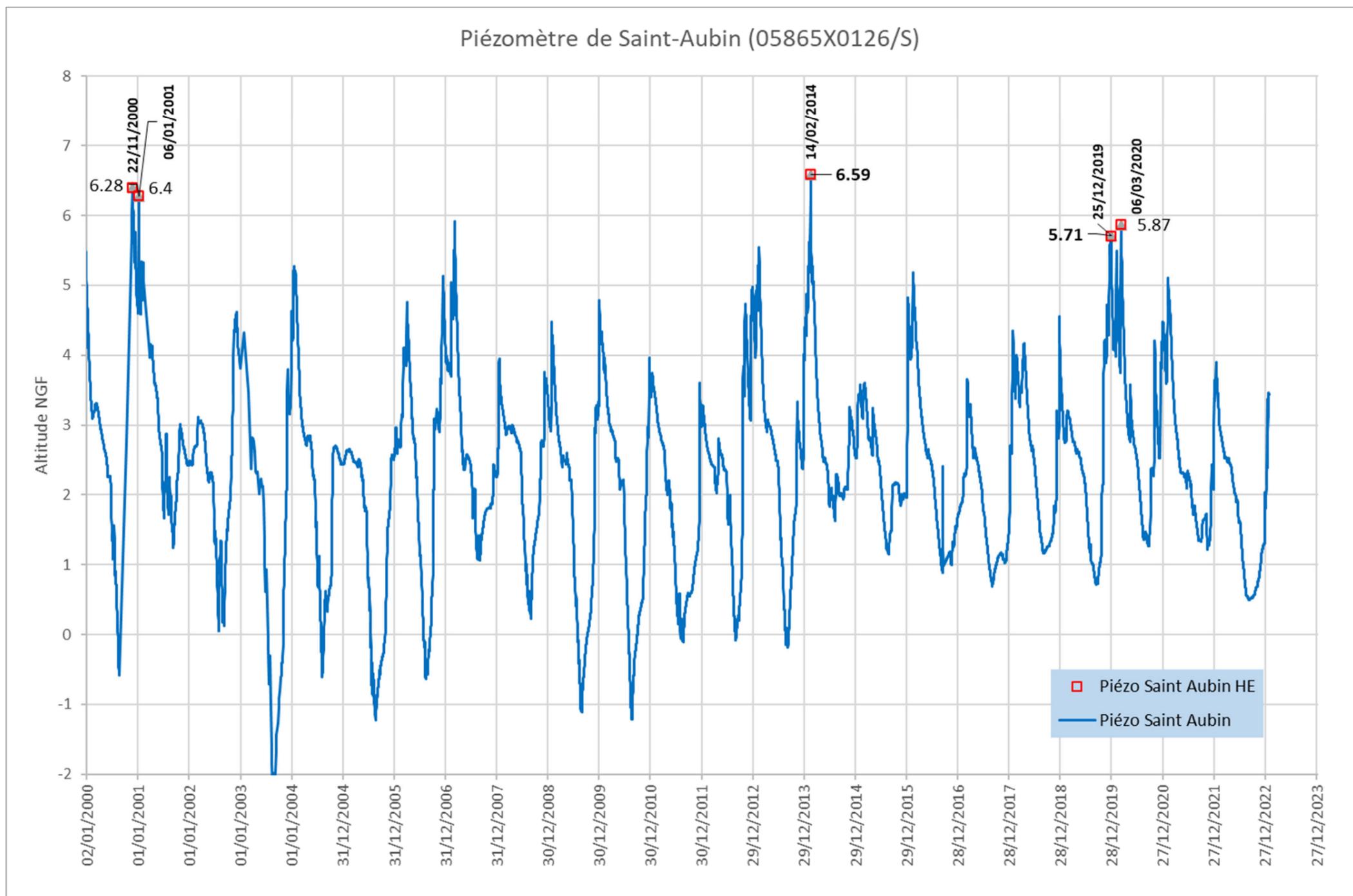


Figure 10 – Chronique piézométrique du piézomètre de Saint-Aubin-la-Plaine (05865X0126/S) depuis le 01/01/2000, avec dates des plus hautes eaux et niveaux piézométriques correspondants.

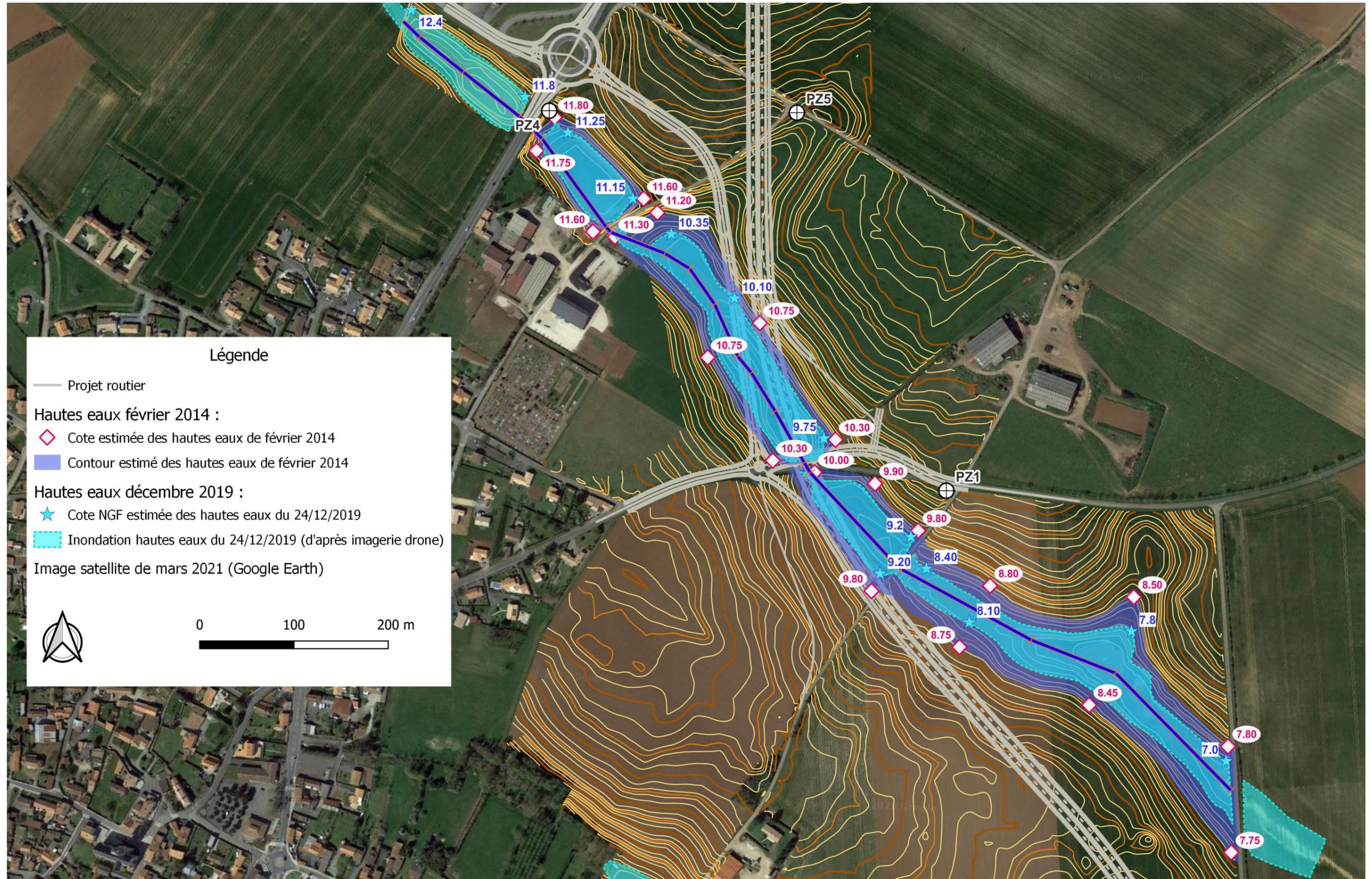


Figure 11 – Estimations des inondations de nappe de décembre 2019 et de février 2014 (secteur nord).



Figure 12 – Estimations des inondations de nappe de décembre 2019 et de février 2014 (secteur est).



Figure 13 – Estimations des inondations de nappe de décembre 2019 et de février 2014 (secteur sud).

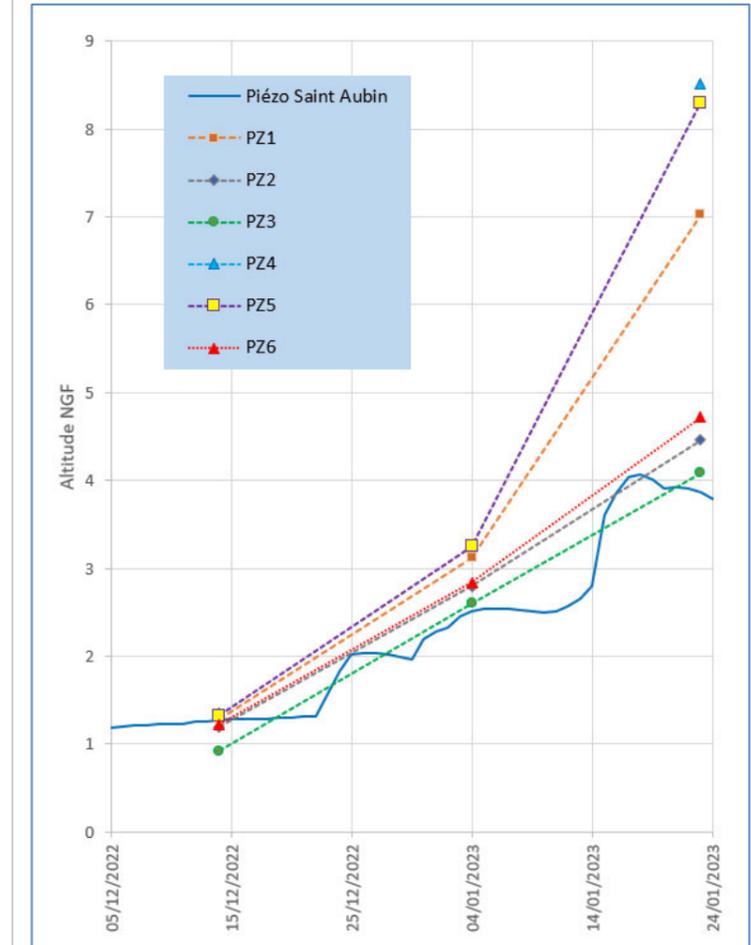
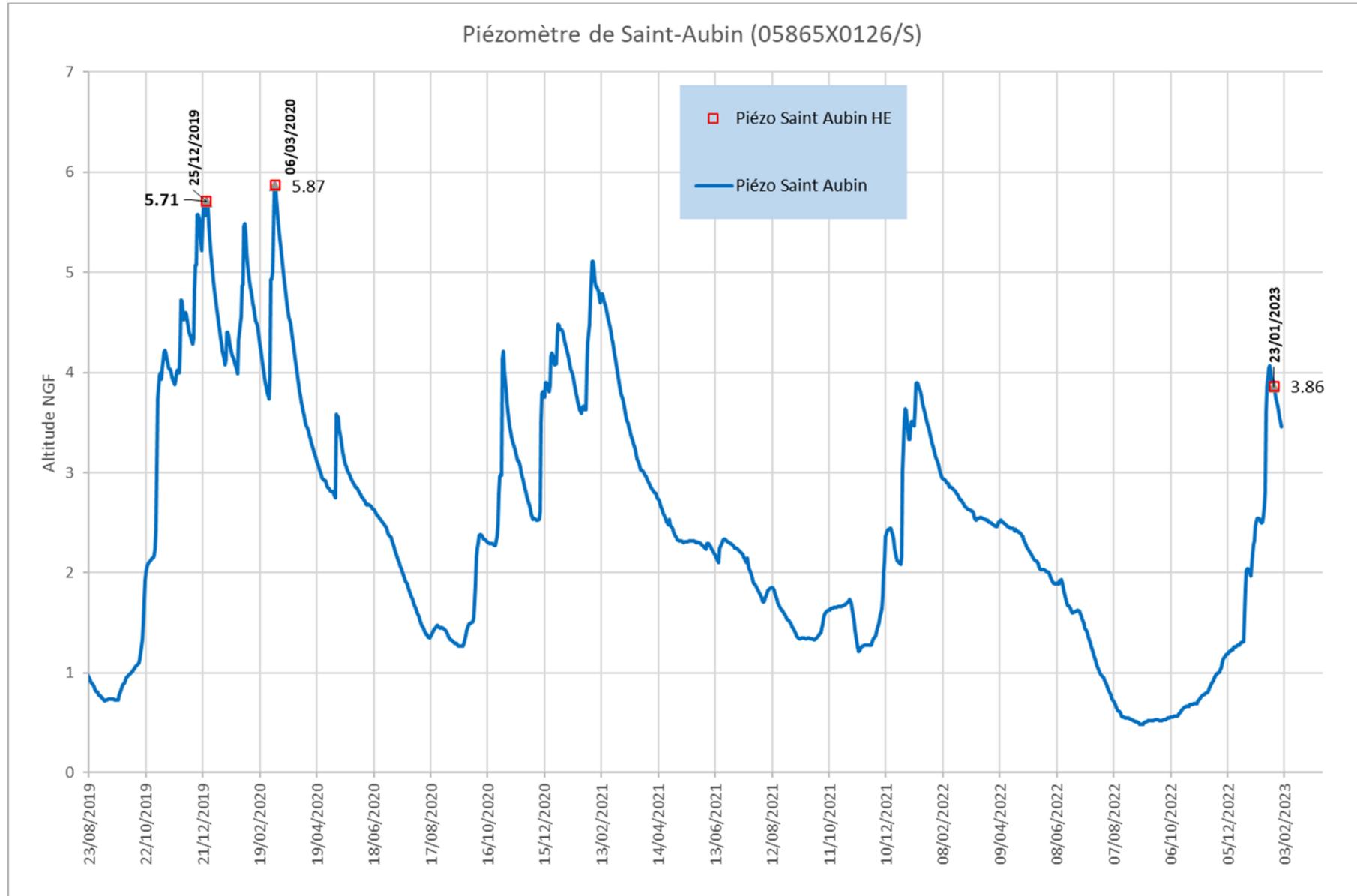


Figure 14 – Chronique piézométrique à Saint-Aubin et dans les piézomètres installés en 2022 le long du tracé.

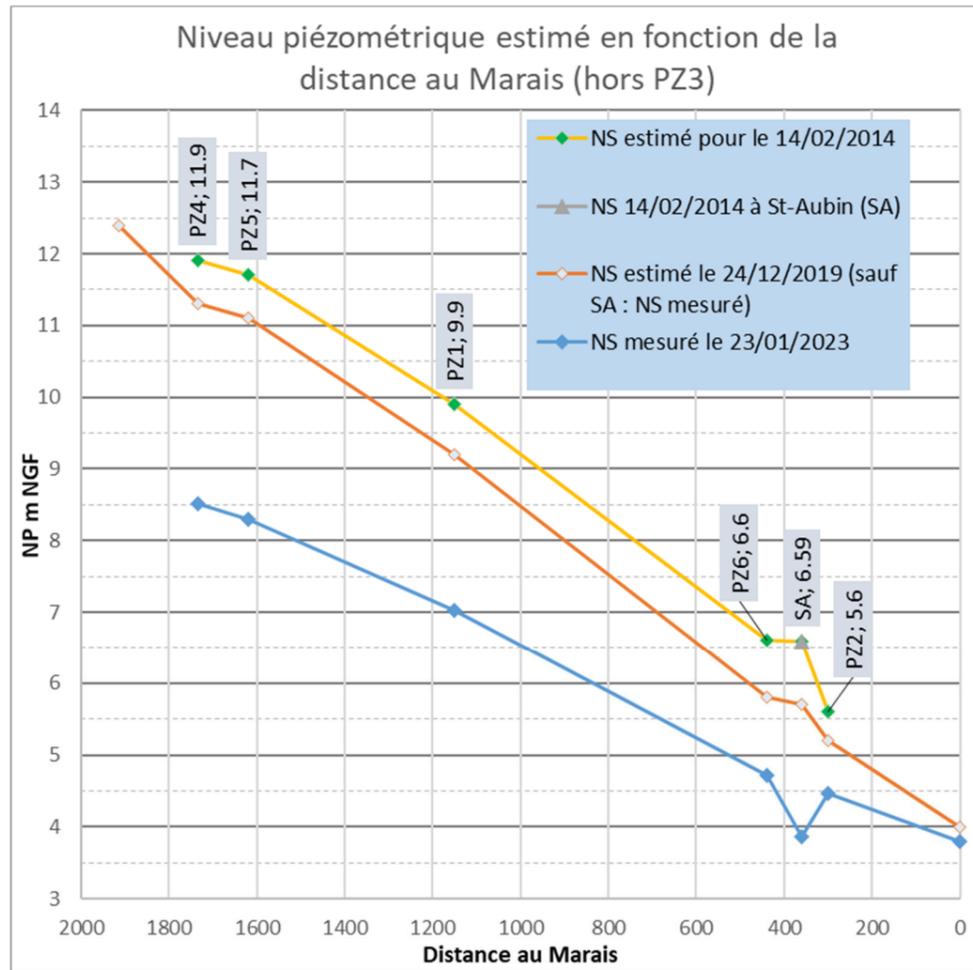


Figure 15 – Estimation des niveaux piézométriques lors des hautes eaux du 24/12/2019 et du 14/02/2014.

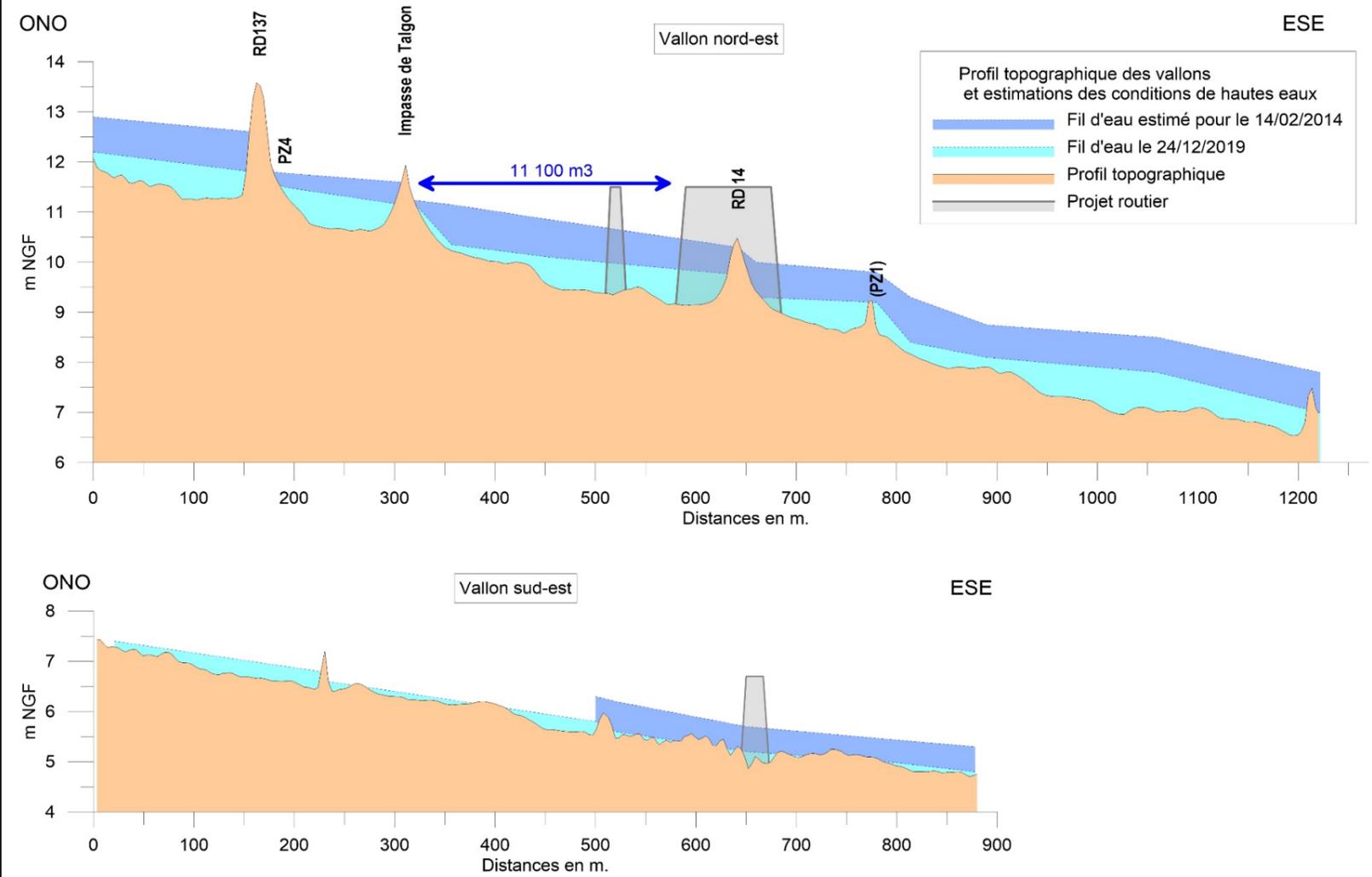


Figure 16 – Profil en long des vallons nord-est et sud-est recoupés par le projet lors des inondations du 19/12/2019 (observation) et du 14/02/2014 (estimation).

L'altitude de la plateforme routière est une hypothèse.

## **16.6. Etude de reconnaissance géophysique des zones à risques sur la RD137**





*Expertise des objets  
géologiques complexes*

*Hydrogéologie*

*Géophysique*

*Conseil*

*Recherche*

*Vulgarisation scientifique*

## DÉPARTEMENT DE LA VENDÉE

### RECONNAISSANCE GÉOPHYSIQUE DES ZONES À RISQUES SUR LA RD137 DESSERTE DE LUÇON DEPUIS L'AUTOROUTE A83

Client :	<b>Affaire n° 2023-05</b>	
<b>DÉPARTEMENT DE LA VENDÉE</b> DIRECTION DES ROUTES 40, RUE DU MARÉCHAL FOCH 85923 LA ROCHE-SUR-YON CEDEX 9	Rapport :	Date :
	R 2023-05 V1	03 avril 2023
	Rédaction :	
	Pierre-Yves SOREL – Géologue & Géophysicien Pascal BOUTON – Docteur en géologie	

## Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes (figures, planches, plans hors-texte, etc.) constituent un tout indissociable. Les interprétations erronées qui pourront en être faites à partir d'une communication ou d'une reproduction partielle ne sauraient engager la société *OOLITE*.

2 - La société *OOLITE* ne peut être rendue responsable des modifications apportées au présent rapport sans son consentement écrit.

3 - Les conclusions de l'étude sont établies à partir d'informations disponibles fournies et collectées et de mesures et échantillonnages limités dans l'espace et le temps, qui ne permettent pas de présager d'hétérogénéités naturelles ou artificielles des milieux et de variations temporelles des conditions physiques (météorologie, période hydrologique, occupation des sols, activités anthropiques, etc.).

Les méthodes de reconnaissance et de caractérisation du sol, du sous-sol et des eaux souterraines et superficielles sont ponctuelles et ne sauraient être représentatives d'une zone plus étendue.

Les méthodes de reconnaissance géophysique étant de nature indirecte et non destructive, les résultats qui en découlent résultent d'interprétations effectuées selon une approche scientifique naturaliste.

4 - Les résultats de l'étude sont valables uniquement dans le cadre de la demande et des hypothèses formulées par le Client. Ils ont été établis en fonction des caractéristiques de son projet prévalant au moment où l'étude a été réalisée.

5 - Si, en l'absence de fourniture de l'ensemble des données demandées dans son offre, et à défaut de disposer de données précises spécifiques à la zone étudiée, la société *OOLITE* a été amenée dans le présent rapport à faire des hypothèses sur le projet, il appartient au Client ou à son Maître d'Œuvre de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour aucune raison être reproché à *OOLITE* d'avoir établi son étude sur la base desdites hypothèses.

6 - Toute modification ultérieure du projet concernant la conception, l'implantation, et/ou le niveau, la taille des ouvrages ne pourra pas être prise en compte dans le rapport. En effet, ces modifications peuvent être de nature à rendre caduque certains éléments ou la totalité des conclusions de l'étude.

7 - Les conclusions de l'étude sont valables à la date de rédaction du présent rapport suivant la réglementation en vigueur à cette même date. Toute évolution réglementaire postérieure à la réalisation de l'étude devra être prise en compte par le Client.

8 - L'utilisation des résultats d'*OOLITE* pour chiffrer un coût même estimatif de travaux ou d'infrastructures ne saurait en aucun cas engager la responsabilité de la société *OOLITE*.

## TABLE DES MATIÈRES

CONDITIONS DE VALIDITÉ DE L'ÉTUDE.....	2
TABLE DES MATIÈRES .....	3
LISTES DES FIGURES.....	4
RÉSUMÉ .....	6
1 INTRODUCTION .....	7
2 PRÉSENTATION DES SITES.....	8
2.1 Situation géographique.....	8
2.2 Contexte géologique du secteur étudié .....	8
2.2.1 Nature des terrains .....	8
2.2.2 Tectonique.....	8
2.3 Choix des sites .....	9
3 PRINCIPE DE L'ÉLECTROMAGNÉTISME .....	10
3.1 Méthode électromagnétique active à source contrôlée .....	10
3.1.1 Description technique du CMD EXPLORER .....	10
3.1.2 Mise en œuvre.....	11
3.1.3 Intérêts et limites.....	11
3.1.4 Les mesures .....	12
3.1.5 Principe d'interprétation dans le contexte de l'étude .....	12
4 RÉSULTATS DE LA RECONNAISSANCE GÉOPHYSIQUE .....	13
4.1 La résistivité après inversion.....	13
4.2 Site 1.....	13
4.2.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique .....	13
4.2.2 Résultats.....	13
4.3 Site 2.....	14
4.3.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique .....	14
4.3.2 Résultats.....	14
4.4 Site 3.....	15
4.4.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique .....	15
4.4.2 Résultats.....	15
4.5 Site 4.....	16
4.5.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique .....	16
4.5.2 Résultats.....	16
4.6 Site 5.....	17
4.6.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique .....	17
4.6.2 Résultats.....	17
5 CONCLUSIONS .....	18

## LISTES DES FIGURES

Figure 1 – Critère de choix des secteurs étudiés.....	9
Figure 2 – Schéma du principe de la prospection électromagnétique (d'après Klein et Lajoie en 1980, modifié).....	10
Figure 3 – Conductivimètre CMD EXPLORER.....	11
Figure 4 – Caractéristiques de l'appareil CMD EXPLORER.....	11
Figure 5 – Avantages et limites de la méthode électromagnétique.....	11
Figure 6 – Tableau de correspondance des valeurs de la conductivité apparente et de la résistivité après inversion des terrains prospectés.....	12
Figure 7 – Faille et karst possibles du site 4.....	18
Figure 8 – Situation géographique des terrains reconnus par la géophysique sur fond de carte IGN au 1/25 000.....	19
Figure 9 – Contexte géologique du sous-sol prospecté. Carte géologique au 1/50 000, InfoTerre.....	20
Figure 10 – Investigation géophysique menée sur les cinq sites.....	21
Figure 11 – Résultats de la conductivité apparente aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 1.....	22
Figure 12 – Résultats des propriétés ferro-magnétiques du sous-sol aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 1.....	23
Figure 13 – Coupe de la résistivité après inversion sur le site 1.....	24
Figure 14 – Résultats de la conductivité apparente aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 2.....	25
Figure 15 – Résultats des propriétés ferro-magnétiques du sous-sol aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 2.....	26
Figure 16 – Coupe de la résistivité après inversion sur le site 2.....	27
Figure 17 – Résultats de la conductivité apparente aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 3.....	28
Figure 18 – Résultats des propriétés ferro-magnétiques du sous-sol aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 3.....	29
Figure 19 – Coupe de la résistivité après inversion sur le site 3.....	30
Figure 20 – Résultats de la conductivité apparente aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 4.....	31
Figure 21 – Résultats des propriétés ferro-magnétiques du sous-sol aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 4.....	32
Figure 22 – Coupe de la résistivité après inversion sur le site 4.....	33
Figure 23 – Résultats de la conductivité apparente aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 5.....	34
Figure 24 – Résultats des propriétés ferro-magnétiques du sous-sol aux 3 profondeurs d'investigation sur le site 5.....	35
Figure 25 – Coupe de la résistivité après inversion sur le site 5.....	36



## RÉSUMÉ

Ce présent rapport expose l'étude géophysique réalisée pour le compte de la Direction des Routes du département de la Vendée. Cette étude concerne cinq secteurs du projet de déviation de la RD137, desserte de Luçon depuis l'autoroute A83, situés sur les communes de Sainte-Gemme-la-Plaine (85400) et Saint-Jean-de-Beugné (85210).

L'enjeu est de réaliser une reconnaissance du sous-sol par la méthode électromagnétique afin de caractériser la nature du sous-sol sur une profondeur de 6,7 m, notamment la présence d'argile et d'indices karstiques affectant le substratum calcaire.

Cette prospection met en évidence des tronçons électriquement conducteurs correspondant généralement au colmatage argilo-limoneux et humide des vallons.

Sur deux sites, des structures plus profondes sont identifiées qui demanderont une validation par des sondages destructifs.

## 1 INTRODUCTION

La Direction des Routes du département de la Vendée souhaite évaluer les zones à risques le long du projet de contournement par la RD 137 des bourgs de Sainte-Gemme-la-Plaine (85400) et de Saint-Jean-de-Beugné (85210) (**Figure 8**).

La reconnaissance géophysique porte sur cinq sites présentant un risque de surépaisseur d'argile et/ou de karst. L'identification de ces zones résulte d'une approche bibliographique, d'une analyse morphostructurale et d'une reconnaissance de terrain.

La reconnaissance géophysique s'est déroulée les 04 et 05 janvier 2023 à l'aide de l'appareil CMD Explorer. Cet appareil a été choisi car il utilise la méthode électromagnétique active à source contrôlée à trois écartements de bobines pour atteindre trois profondeurs d'investigation (2,2 m, 4,2 m, 6,7 m). Il mesure les conductivités apparentes du sous-sol en continu le long des profils préalablement définis.

Dans un premier temps, le présent rapport présente la méthode géophysique par électromagnétisme utilisée. Dans un second temps, il en expose les résultats en termes de conductivité apparente et de résistivité vraie du sous-sol après inversion jusqu'à 4 m de profondeur.

## 2 PRÉSENTATION DES SITES

### 2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Les cinq secteurs étudiés sont situés sur le projet routier de la RD137 entre le sud de Sainte-Gemme-la-Plaine et l'autoroute A83 (**Figure 8**).

### 2.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE DU SECTEUR ÉTUDIÉ

#### 2.2.1 Nature des terrains

Le sous-sol des secteurs étudiés est de nature sédimentaire<sup>1</sup> (Figure 9). La bibliographie<sup>2-3</sup> décrit les terrains suivants, du plus récent au plus ancien :

##### *Quaternaire :*

- Colluvions et alluvions des fonds de vallon : débris anguleux d'origine calcaire à matrice argilo-limoneuse liés aux réseaux hydrographiques temporaires ou anciens (Holocène à actuel).

##### *Altérites sur Jurassique :*

- Argiles limoneuses, pisolites de fer : altérites à argiles limoneuses, silteuses à sableuses. Localement, présence d'une argile rouge à pisolites d'oxydes de fer sur le substrat carbonaté (Bathonien).

##### *Substratum jurassique comprenant du plus récent au plus ancien :*

- Calcaires gris argileux : au sommet, calcaires durs argileux à oolite ferrugineuses. Viennent ensuite des marnes grises à jaunâtres pyriteuses à ammonites (Callovien). Sites 4 et 5.
- Le Bathonien est composé de calcaires graveleux à ponctuations rousses (Sites 2 et 3). Cette unité s'achève par un niveau d'épaisseur métrique constitué de minces bancs de calcaire argileux intercalés entre des couches de marnes verdâtres souvent riches en ammonites (Sites et 5), niveau repère est appelé dans la littérature « banc pourri ».
- Le Bajocien à l'affleurement au nord du projet (site 1) se compose de calcaires blancs crayeux ponctués de gravelles de couleur rouille et de rares nodules pluricentimétriques à marcssite.

#### 2.2.2 Tectonique

La carte géologique figure plusieurs failles et failles supposées recoupant le tracé projeté (**Figure 7**).

---

<sup>1</sup> Carte géologique harmonisée 1/50 000. BRGM, InfoTerre.

<sup>2</sup> Notice 1/50 000 LUÇON. Par F. Béchenec, P. Chèvremont, P. Bouton, G. Karnay, J.M. Stussi, D. Thiéblemont, avec la collaboration de A. Cochery, C. Roy. BRGM, 2010.

<sup>3</sup> Notice 1/50 000 FONTENAY-LE-COMTE. Par H. Diot, O. Femenias, C. Moreau, A. Gaufriau, C. Roy, G. Karnay, avec la collaboration de J.J. Menard, T. Jourdain, L. Pons, B. Poupin, Y. Conan, A. Maillard, L. Dupin, S. Jousseau, M.N. Guilbaud, A. Blais. BRGM, 2007.

## 2.3 CHOIX DES SITES

Le choix des sites a été opéré en croisant plusieurs critères décrits dans le tableau ci-dessous.

Le **risque géologique** a été apprécié à partir :

- Des indications de la carte géologique 1/50 000 ;
- De l'analyse morphostructurale qui a permis d'identifier des linéaments pouvant correspondre à des fractures non identifiées par la carte géologique. Ces linéaments sont reportés sur les cartes sectoriels.

Les **indices exokarstiques** ont été recherchés sur les images satellites et par une reconnaissance de terrain.

Le **risque hydrogéologiques** a été apprécié par l'étude menée en parallèle pour définir l'incidence hydrogéologique du projet<sup>4</sup>.

Secteur	Risque géologique	Indice exokarstique	Risque hydrogéologique	Contraintes	Surface (Ha)
1	Non identifié + intersection 2 linéaments	Non identifié	Zone désaturée > 10 m	RAS (irrigation?)	0.42
2	Non identifié + 1 linéament NE-SW	Non identifié	Remontée de nappe	RAS (irrigation?)	0.59
3	Faïlle supposée + Linéament topographique	Fond talweg irrégulier?	Remontée de nappe	Route départementale, boisement	2.49
4	karst constaté dans forage pont de Silly + Linéament topographique	Non identifié	Remontée de nappe	Route perpendiculaire	0.29
5	Faïlle supposée + Linéament?	Non identifié	Remontée de nappe	Route, câbles aériens conduite d'irrigation?	0.40

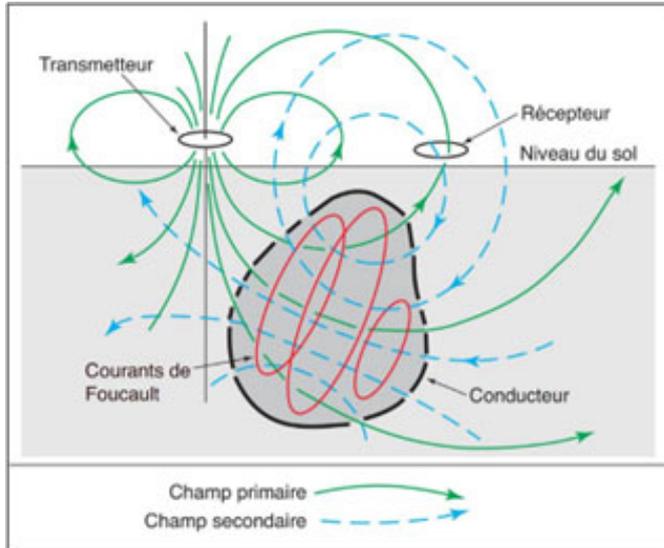
**Figure 1** – Critère de choix des secteurs étudiés.

<sup>4</sup> Oolite (2023). RD137 desserte de Luçon depuis l'autoroute a83. Sainte-Gemme-la-Plaine / Saint-Jean-de-Beigné - Étude hydrogéologique des impacts – Rapport R2022-29 V1, 26 p.

## 3 PRINCIPE DE L'ÉLECTROMAGNÉTISME

### 3.1 MÉTHODE ÉLECTROMAGNÉTIQUE ACTIVE À SOURCE CONTRÔLÉE

La méthode de prospection électromagnétique active à source contrôlée fait intervenir simultanément trois processus physiques distincts (Figure 2) :



1. La production d'un champ magnétique primaire qui varie avec le temps. Ce champ est généré par un émetteur (ou transmetteur) ;
2. La création de courants induits (dits « courants de Foucault ») dans tous les conducteurs sur lesquels agit ce champ primaire ;
3. Des champs magnétiques secondaires créés par les courants de Foucault, champs magnétiques qui vont être mesurés par le récepteur.

**Figure 2** – Schéma du principe de la prospection électromagnétique (d'après Klein et Lajoie en 1980<sup>5</sup>, modifié).

La profondeur d'investigation dépend de la fréquence du courant primaire (elle croît lorsque la fréquence diminue) et de la distance séparant la bobine réceptrice de la bobine émettrice.

La résistivité apparente peut être calculée par la formule suivante :

$$\text{Résistivité (ohm.m)} = 1000 / \text{Conductivité (mS/m)}.$$

L'utilisation d'un logiciel d'inversion permet d'obtenir les valeurs des résistivités vraies, à partir des résistivités apparentes.

#### 3.1.1 Description technique du CMD EXPLORER

L'appareil CMD EXPLORER (*GF INSTRUMENTS*) est un conductivimètre électromagnétique dipolaire constitué d'un émetteur et d'un récepteur à trois écartements (Figure 3). Sa longueur est de 4,855 m et il pèse 8 kg. Sa fréquence émettrice est de 10 000 Hz. Il mesure en continu la conductivité apparente du sous-sol en mS/m et sans contact avec celui-ci.

Lors de l'étude, le CMD EXPLORER a été paramétré en mode mesure continue et haute profondeur. Les données ont été mesurées et enregistrées toutes les secondes durant toute la période de mesures, sans interruption. Un étalonnage a été réalisé sur le terrain avant l'étude afin d'obtenir des données en adéquation avec les conductivités du sous-sol et ainsi permettre à l'appareil d'être sensible aux moindres variations.

L'appareil était relié à un GPS SXBlue de précision métrique afin de géoréférencer correctement les résultats.

<sup>5</sup>[https://archive.epa.gov/esd/archive-geophysics/web/html/frequency\\_domain\\_electromagnetic\\_methods.html](https://archive.epa.gov/esd/archive-geophysics/web/html/frequency_domain_electromagnetic_methods.html)



Le CMD EXPLORER permet d'extraire les données brutes (conductivités apparentes) ainsi que les données de la résistivité après inversion. Ceci présente l'avantage de proposer un modèle géologique à deux couches<sup>6</sup>.

**Figure 3** – Conductivimètre CMD EXPLORER.

### 3.1.2 Mise en œuvre

Le CMD Explorer est positionné horizontalement à 1 m de hauteur. L'appareil est orienté parallèlement aux lignes de mesures. La **Figure 4** ci-dessous synthétise les caractéristiques de l'instrument.

Appareil	Fréquence (Hz)	Espacement entre les bobines (m)	Dipôle	Profondeur d'investigation (m)
CMD EXPLORER	10 000	1,48	Vertical	2,2
		2,82	Vertical	4,2
		4,49	Vertical	6,7

**Figure 4** – Caractéristiques de l'appareil CMD EXPLORER.

### 3.1.3 Intérêts et limites

Les intérêts et limites de la méthode électromagnétique sont résumés ci-dessous (**Figure 5**).

Avantages	➤ Excellente résolution de la conductivité apparente	→	La contrepartie est une faible dynamique pour les terrains très conducteurs en surface
	➤ Pas de problème d'injection de courant		/
Limites	➤ La conductivité mesurée est apparente, c'est-à-dire qu'elle admet plusieurs solutions d'organisation verticale des couches.	→	Des logiciels d'inversion pour l'électromagnétisme existent.
	➤ Méthode sensible aux perturbations anthropiques telles que les masses métalliques, grillages, conduites métalliques ou électriques enterrées, etc.	→	On évite dans la mesure du possible la mesure près des perturbateurs électromagnétiques visibles (par exemple grillages, fils de clôture, véhicules...) et le long des voies où l'on suspecte la présence de conduites enterrées.

**Figure 5** – Avantages et limites de la méthode électromagnétique.

<sup>6</sup>Le modèle géologique doit être confronté à quelques sondages destructifs positionnés à des points stratégiques.

### 3.1.4 Les mesures

Les mesures sont effectuées le long de lignes préalablement positionnées sur une photographie aérienne afin de tenir compte du projet, de l'orientation des structures géologiques, des conditions d'accès, de l'occupation du sol et d'éléments susceptibles de perturber les mesures (bâtiments, lignes électriques aériennes, etc.).

Les lignes de mesures préalablement définies ont été suivies à l'aide d'un GNSS RTK de précision centimétrique. Les courbes topographiques ont été transmises par le client.

### 3.1.5 Principe d'interprétation dans le contexte de l'étude

En contexte sédimentaire, la conductivité apparente va être principalement contrôlée par la présence des argiles, des marnes, des phases métalliques et de l'eau du sous-sol. Elle sera d'autant plus élevée que la roche sera altérée, argilisée, contiendra des marnes, sera saturée en eau ou des minéralisations métalliques seront présentes.

Le tableau ci-dessous estime la conductivité des différents terrains susceptibles d'être rencontrés lors de la prospection géophysique (**Figure 6**).

Conductivité apparente (mS/m)	Résistivité après inversion (Ohm/m)	Lithologie possible du secteur étudié et teneur en eau <sup>7</sup> .	
0 à 5	> 130	Calcaire pas ou très peu argileux, bancs massifs	Sous-sol très sec
5 à 8		Calcaire peu argileux/marneux	Sous-sol sec
8 à 10	100 à 130	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcaire argilisé</li> <li>• Présence de marnes</li> </ul>	Sous-sol humide
10 à 13	70 à 100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcaire altéré et/ou fracturé</li> <li>• Argiles</li> <li>• Limons à ciment argileux</li> <li>• Marnes</li> </ul>	Sous-sol très humide
> 13	< 70	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériaux très conducteurs</li> <li>• Calcaire très argileux/marneux</li> <li>• Karst à remplissage argileux</li> <li>• Minéralisation métallique ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sous-sol saturé en eau</li> <li>• Eau salée</li> </ul>

**Figure 6** – Tableau de correspondance des valeurs de la conductivité apparente et de la résistivité après inversion des terrains prospectés.

<sup>7</sup> Une prospection par méthode géophysique est exposée à la non-unicité des résultats.

## 4 RÉSULTATS DE LA RECONNAISSANCE GÉOPHYSIQUE

### 4.1 LA RÉSISTIVITÉ APRÈS INVERSION

Les valeurs brutes sont converties en valeurs de résistivité apparente puis sont inversées à partir du logiciel RES2DINV en considérant un modèle à 2 couches horizontales (la 3<sup>ème</sup> couche ayant une profondeur infinie lors de l'inversion). L'inversion est ici réalisée en considérant un dispositif pôle-dipôle et elle s'effectue sans contrainte.

L'inversion des données est une approche nécessitant de calculer un grand nombre de fois la résistivité apparente correspondant à une distribution de résistivité vraie donnée. Pour cela on définit une fonction-coût qui quantifie l'écart entre les données observées et les prédictions du modèle. L'algorithme utilisé lors des itérations « explore l'espace des paramètres » (nombre de couches, résistivités et épaisseurs de ces couches) de façon intelligente jusqu'à ce que la fonction-coût soit inférieure à une valeur acceptable. Cela permet de proposer des cartes de résistivité vraie représentant un modèle géologique possible.

*Précisons que la difficulté inhérente à toutes les inversions est la non-unicité de la solution.*

### 4.2 SITE 1

#### 4.2.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique

L'étude menée sur le site 1 comprend (Figure 10) :

- Une surface de 5 015 m<sup>2</sup> ;
- 8 lignes de mesure ;
- 1 521 mètres linéaires mesurés ;
- 1 494 points de mesures soit 4 482 données traitées.

La zone prospectée est un champ agricole. Le sol était humide. Aucune perturbation électromagnétique extérieure n'a été observée (Figure 12).

La lithologie correspond au calcaire du Bajocien dans lequel se situe un talweg à remplissage de de colluvions et d'alluvions d'âge Quaternaire.

#### 4.2.2 Résultats

Les valeurs sont contrastées.

- **Cartes de la conductivité apparente (Figure 11) :**

Les valeurs de la conductivité apparente les plus élevées s'observent de l'amont vers l'aval du talweg. Celles-ci peuvent correspondre aux colluvions à matrice argilo-limoneuse des fonds de vallon et à l'humidité plus conséquente dans ces dépressions topographiques. Cependant, les valeurs de la conductivité apparente semblent également guidées par les linéaments. Ces derniers témoignent de la présence d'un réseau de fractures responsable d'une argilisation probable du calcaire du Bajocien jusqu'à au moins 6.7 m de profondeur localement. Toutefois, les couches supérieures présentant une conductivité apparente élevée peuvent influencer les résultats obtenus aux couches inférieures, l'intérêt est donc d'inverser les données.

Observons que la carte des propriétés ferromagnétiques du sous-sol met en évidence un niveau légèrement magnétique à 6,7 m de profondeur (valeurs comprises entre 3,7 et 4 ppt).

- **Coupe de la résistivité après inversion – modèle géologique à 2 couches horizontales (Figure 13) :**  
Dans l'ensemble, les anomalies électromagnétiques s'atténuent en profondeur. Les colluvions à matrice argilo-limoneuse ne semblent pas avoir une épaisseur supérieure à 2 m, tandis que les zones argilisées résultant de la fracturation semble avoir une épaisseur supérieure à 4 m. L'anomalie qui s'observe à la distance 48 m matérialise peut-être la présence d'une discontinuité à remplissage argileux orientée ouest-est.  
Aucun indice karstique n'est identifié sous les terrains plus résistants.

## 4.3 SITE 2

### 4.3.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique

L'étude menée sur le site 2 comprend (Figure 10) :

- Une surface de 5 450 m<sup>2</sup> ;
- 18 lignes de mesure ;
- 1 593 mètres linéaires mesurés ;
- 1 636 points de mesures soit 4 908 données traitées.

La zone prospectée est un champ agricole. Le sol était humide. Une clôture électrique située au sud-ouest de la zone prospectée a perturbé les données dans son très proche voisinage, notamment au plus grand écartement de bobines (Figure 15).

La lithologie correspond aux marnes et calcaires argileux du Bathonien dans lequel se situe un talweg à remplissage de colluvions et d'alluvions d'âge Quaternaire.

### 4.3.2 Résultats

Les valeurs sont contrastées.

- **Cartes de la conductivité apparente (Figure 14) :**  
Les valeurs de la conductivité apparente les plus élevées s'observent dans l'axe du talweg. Elles peuvent correspondre aux colluvions à matrice argilo-limoneuse des fonds de vallon et à l'humidité plus conséquente dans ces dépressions topographiques. Le caractère rectiligne de la zone conductrice peut s'interpréter comme étant guidée par un réseau de fractures responsable d'une argilisation du substratum calcaire jusqu'à au moins 6,7 m de profondeur à l'aplomb du projet routier. Toutefois, les couches supérieures présentant une conductivité apparente élevée peuvent influencer les résultats obtenus aux couches inférieures, l'intérêt est donc d'inverser les données.  
Observons que la carte des propriétés ferromagnétiques du sous-sol met en évidence un niveau légèrement magnétique à 6,7 m de profondeur (env. 4 ppt).
- **Coupe de la résistivité après inversion – modèle géologique à 2 couches horizontales (Figure 16) :**  
Les anomalies électromagnétiques s'atténuent en profondeur et elles sont cantonnées au centre du talweg. Les colluvions à matrice argilo-limoneuse ne semblent pas avoir une épaisseur supérieure à 3 m. L'anomalie observée à l'aplomb du projet routier à la profondeur de 6,7 m ne se confirme pas.  
Le profil ne confirme par la fracturation du calcaire sous-jacent que suggérait le linéament. Il n'y a pas d'indice de karstification superficielle.

## 4.4 SITE 3

### 4.4.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique

L'étude menée sur le site 3 comprend (Figure 10) :

- Une surface de 28 700 m<sup>2</sup> ;
- 15 lignes de mesure ;
- 4 905 mètres linéaires mesurés ;
- 5 018 points de mesures soit 15 054 données traitées.

La zone prospectée est un espace agricole pour la partie nord et un bois pour la partie sud, une route en enrobé séparant les deux parties. Le sol était assez humide. Au plus grand écartement de bobines, on constate des perturbations par les clôtures électriques et de possibles conduites enterrées sous la voirie (Figure 18).

La lithologie correspond aux marnes et calcaires argileux du Bathonien dans lequel se situe un talweg en partie colmaté de colluvions et d'alluvions d'âge Quaternaire.

### 4.4.2 Résultats

Les valeurs sont contrastées.

- **Cartes de la conductivité apparente (Figure 17) :**

Les valeurs de la conductivité apparente les plus élevées s'observent dans le centre du talweg et au droit de la route départementale (conduites enterrées ?). Dans le talweg, celles-ci peuvent correspondre aux colluvions à matrice argilo-limoneuse des fonds de vallon et à l'humidité plus conséquente dans ces dépressions topographiques. Cependant, les valeurs de la conductivité apparente semblent également être guidées par le linéament associé au talweg. Celui-ci témoigne de la présence d'un réseau de fractures responsable d'une argilisation probable du calcaire du Bathonien jusqu'à au moins 6,7 m de profondeur à l'aplomb du tracé projeté de la RD137. Toutefois, les couches supérieures présentant une conductivité apparente élevée peuvent influencer les résultats obtenus aux couches inférieures, l'intérêt est donc d'inverser les données.

Contrairement aux sites précédents, nous n'observons pas de couche magnétique à 6,7 m de profondeur. En revanche, dans la partie sud de la zone investiguée, nous observons la présence très ponctuelle d'une anomalie ferro-magnétique pouvant correspondre à une zone enrichie en sulfures (marcassite par exemple).
- **Coupe de la résistivité après inversion – modèle géologique à 2 couches horizontales (Figure 19) :**

Les anomalies électromagnétiques s'atténuent en profondeur et elles sont cantonnées au talweg. Les colluvions à matrice argilo-limoneuse ne semblent guère avoir une épaisseur supérieure à 2 m. L'anomalie observée à la distance de 88 m semble être verticale et atteindre a minima 4 m de profondeur. Peut-être s'agit-il d'un remplissage argileux dans une fracture parallèle au talweg, possiblement associée à un karst.

## 4.5 SITE 4

### 4.5.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique

L'étude menée sur le site 4 comprend (Figure 10) :

- Une surface de 4 460 m<sup>2</sup> ;
- 7 lignes de mesure ;
- 1 110 mètres linéaires mesurés ;
- 1 167 points de mesure soit 3 501 données traitées.

La zone prospectée se compose de deux champs agricoles séparés par une route en enrobé bordée de grands fossés. Le sol était humide. Aucune perturbation électromagnétique extérieure n'a été observée (Figure 21).

La lithologie correspond aux calcaires gris argileux du Callovien dans lequel se situe un talweg composé de colluvions et d'alluvions d'âge Quaternaire.

### 4.5.2 Résultats

Les valeurs sont très contrastées.

- **Cartes de la conductivité apparente (Figure 20) :**

Les valeurs de la conductivité apparente les plus élevées s'observent dans le talweg et peuvent correspondre aux colluvions à matrice argilo-limoneuse des fonds de vallon et à l'humidité plus conséquente dans ces dépressions topographiques. Cependant, les valeurs de la conductivité apparente semblent également être guidées par le linéament présent dans le talweg. Celui-ci témoigne de la présence d'un réseau de fractures responsable d'une argilisation probable du calcaire du Callovien jusqu'à au moins 6.7 m de profondeur à l'aplomb du projet routier. Toutefois, les couches supérieures présentant une conductivité apparente élevée peuvent influencer les résultats obtenus aux couches inférieures, l'intérêt est donc d'inverser les données.

Nous observons localement une couche magnétique à 6,7 m de profondeur (env. 3.7 ppt). En outre, notamment dans la partie sud de la zone investiguée, nous observons la présence ponctuelle de plusieurs anomalies ferro-magnétiques pouvant correspondre à des zones enrichies en sulfures (marcassite par exemple).

- **Coupe de la résistivité après inversion – modèle géologique à 2 couches horizontales (Figure 22) :**

Les anomalies électromagnétiques sont cantonnées au centre du talweg par un contact subvertical à la distance de 50 m, qui pourrait être faillé. Les anomalies électromagnétiques s'observent jusqu'à au moins 4 m de profondeur. Celles-ci peuvent correspondre à une zone fracturée et fortement argilisée. Des sondages destructifs devront y préciser l'épaisseur de la couche argileuse et exclure la présence de karst sous la tranche de sol étudiée par la présente investigation.

## 4.6 SITE 5

### 4.6.1 Reconnaissance réalisée et environnement électromagnétique

L'étude menée sur le site 5 comprend (Figure 10) :

- Une surface de 7 040 m<sup>2</sup> ;
- 7 lignes de mesure ;
- 2 130 mètres linéaires mesurés ;
- 2 101 points de mesure soit 6 303 données traitées.

La zone prospectée se compose de deux champs agricoles séparés par une route en enrobé bordée de fossés. Le sol était très humide. Aucune perturbation électromagnétique extérieure n'a été observée (Figure 24).

Selon la carte géologique 1/50 000 la lithologie correspond principalement aux calcaires gris argileux du Callovien dans lequel se situe un talweg composé de colluvions et d'alluvions d'âge Quaternaire. Une faille supposée effondrerait le Callovien qui serait en contact tectonique avec le Bathonien au sud-est de la dépression (Figure 9).

### 4.6.2 Résultats

Les valeurs sont très contrastées.

- **Cartes de la conductivité apparente (Figure 23) :**  
Dans le champ situé au nord-est de la route, deux secteurs montrent des conductivités élevées aux trois profondeurs. Ils correspondent probablement à une surépaisseur d'argile superficielle ou à des niveaux plus marneux du Callovien. Le champ situé au sud-ouest de la route présente des valeurs également contrastées. Les valeurs de la conductivité apparente les plus élevées peuvent correspondre aux colluvions à matrice argilo-limoneuse des fonds de vallon et à l'humidité résiduelle plus conséquente. Les valeurs de la conductivité apparente semblent être délimitées par les linéaments identifiés sur le site. Nous n'observons pas de couche magnétique à 6,7 m de profondeur. En outre, nous observons la présence de deux anomalies ferro-magnétiques à l'extrémité nord des profils et une ponctuelle en bordure de route. Ces anomalies ferro-magnétiques peuvent correspondre à des zones enrichies en sulfures (marcassite par exemple).
- **Coupe de la résistivité après inversion – modèle géologique à 2 couches horizontales (Figure 25) :**  
L'inversion effectuée sur la partie sud-ouest du secteur étudié montre un dispositif plutôt tabulaire, sans incidence évidente d'une fracture de direction NO-SE. On n'observe pas d'indice karstique.

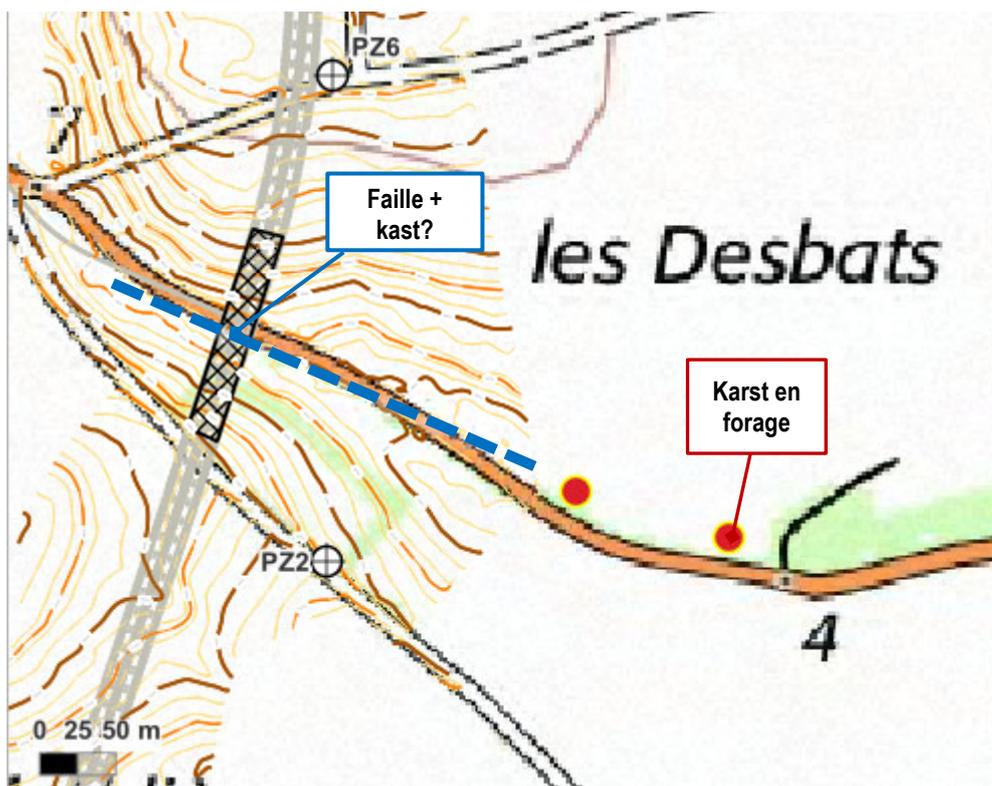
## 5 CONCLUSIONS

Les études géophysiques réalisées sur les cinq sites, pour la tranche de sous-sol comprise entre 0 à 6,7 m de profondeur, ont permis de mettre en évidence des matériaux électriquement conducteurs qui sont installés dans les talwegs. Ces couches conductrices qui se biseautent sur les bords des vallons sont interprétées comme le remplissage colluvial argileux et humide de ces vallons.

**Les sites 1, 2 et 5** ne montrent pas d'anomalie géophysique au droit des failles de la carte géologique, ni au droit des linéaments morphostructuraux.

**Le site 3** pourrait présenter un épaissement des terrains argileux au droit d'une possible fracture parallèle à l'axe du talweg. Il pourrait s'agir d'un remplissage karstique.

**Le site 4** montre un épaissement brutal du recouvrement argileux qui laissent penser à une structuration tectonique du substratum calcaire, avec un possible remplissage karstique. Un karst a d'ailleurs été identifié lors de la réalisation d'un forage d'irrigation situé à l'est du tracé. Des contrôles par sondages destructifs sont préconisés pour ce secteur.



**Figure 7** – Faille et karst possibles du site 4.

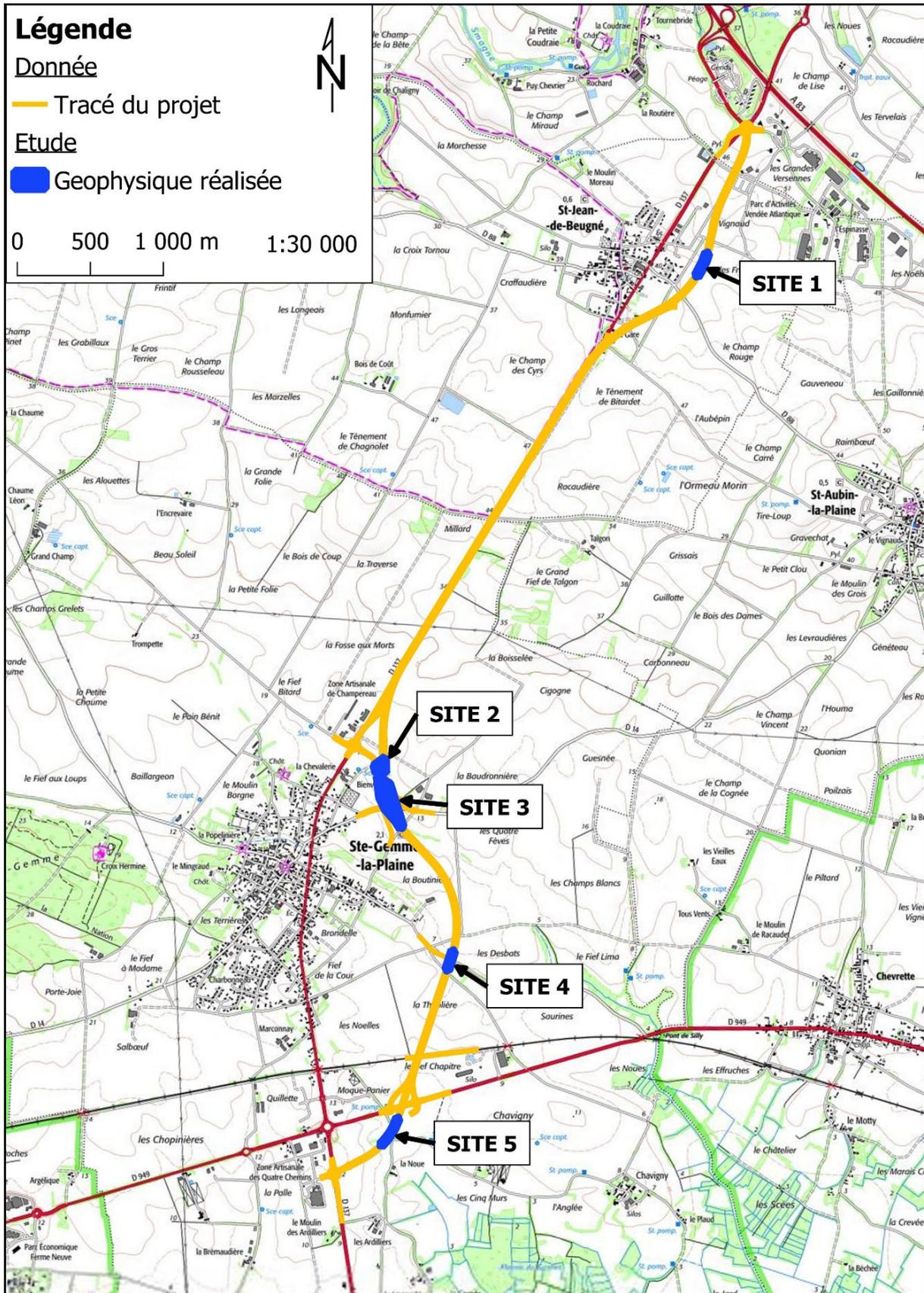


Figure 8 – Situation géographique des terrains reconnus par la géophysique sur fond de carte IGN au 1/25 000.

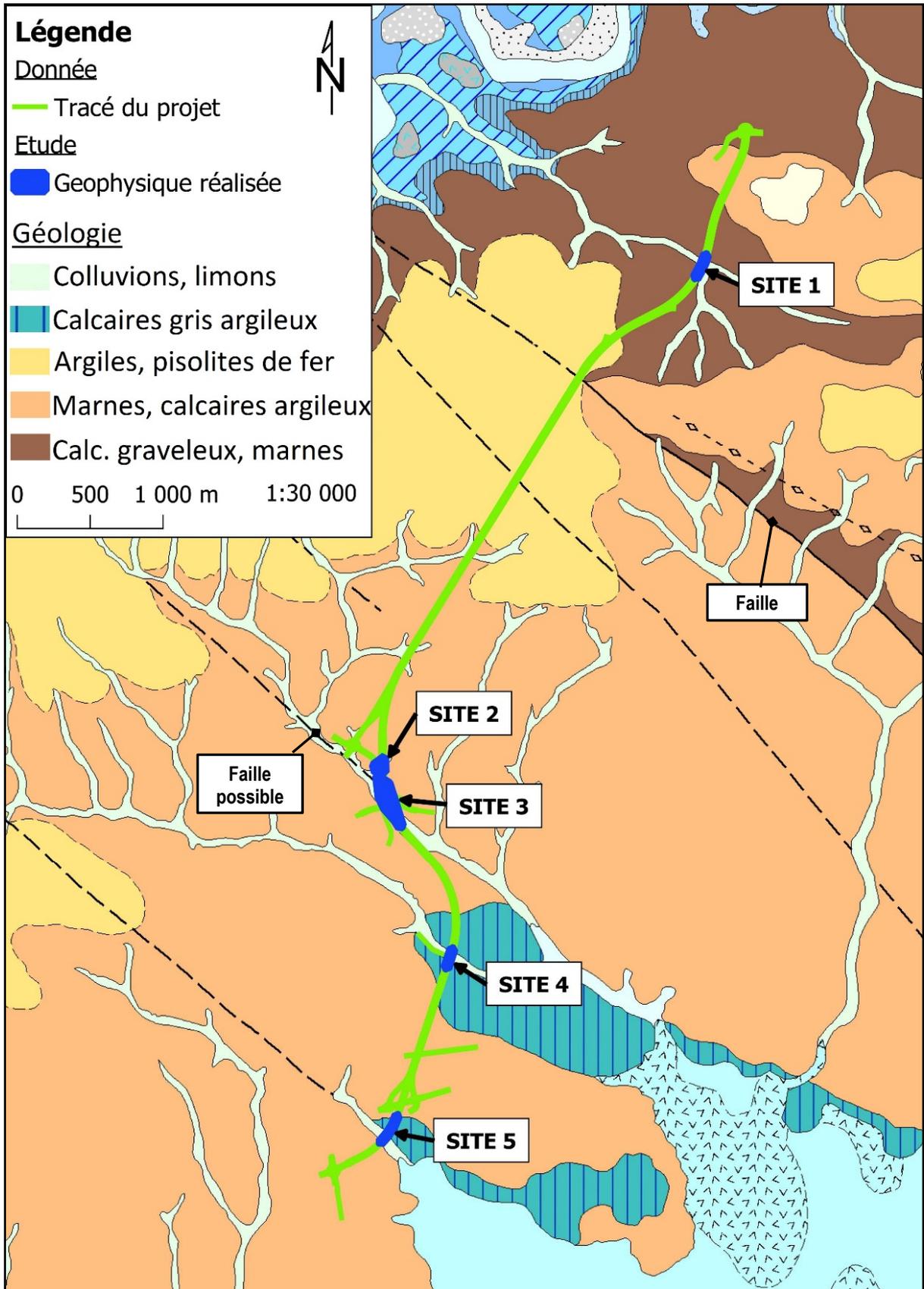


Figure 9 – Contexte géologique du sous-sol prospecté. Carte géologique au 1/50 000, InfoTerre.